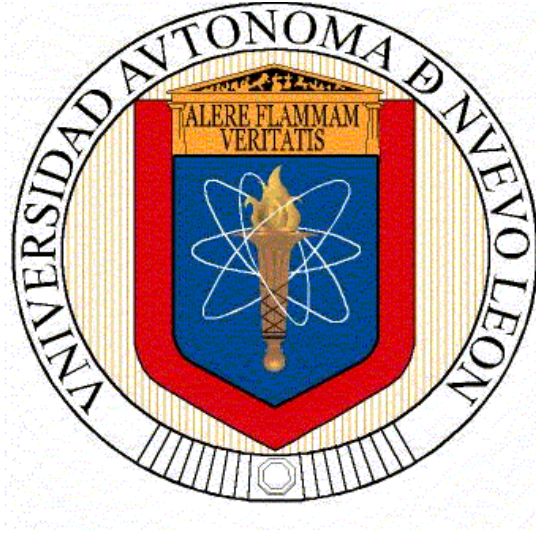


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y RELACIONES INTERNACIONALES



TESIS

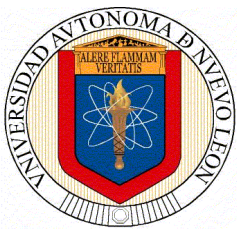
**EVALUACIÓN DE LA POLÍTICA PÚBLICA ESTATAL PARA EL
CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN EL ÁREA
METROPOLITANA DE MONTERREY, NUEVO LEÓN 2008-2014**

PRESENTA

ELÍAS VÁZQUEZ GODINA

**PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN FILOSOFÍA
CON ORIENTACIÓN EN CIENCIAS POLÍTICAS**

MAYO, 2018



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y RELACIONES INTERNACIONALES

TESIS

**EVALUACIÓN DE LA POLÍTICA PÚBLICA ESTATAL PARA EL
CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN EL ÁREA
METROPOLITANA DE MONTERREY, NUEVO LEÓN 2008-2014**

PRESENTA

ELÍAS VÁZQUEZ GODINA

**PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN FILOSOFÍA
CON ORIENTACIÓN EN CIENCIAS POLÍTICAS**

DIRECTOR DE TESIS

DR. FRANCISCO RAMIRO SÁNCHEZ GARCÍA

MONTERREY, NUEVO LEÓN, MÉXICO

MAYO DE 2018



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y RELACIONES INTERNACIONALES

DOCTORADO EN FILOSOFÍA CON ORIENTACIÓN EN CIENCIAS POLÍTICAS

Los integrantes del H. Jurado examinador de la sustentante:

ELIAS VÁZQUEZ GODINA

Hacemos constar que hemos revisado y aprobado la tesis titulada:

“EVALUACIÓN DE LA POLÍTICA PÚBLICA ESTATAL PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY, NUEVO LEÓN 2008-2014”

FIRMAS DEL HONORABLE JURADO

Dr. Francisco Ramiro Sánchez García
Presidente

Nombre
Secretario

Nombre
Primer Vocal

Nombre
Segundo vocal

Nombre
Tercer Vocal

Monterrey, Nuevo León, México

a 25 de mayo de 2018

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Declaro Solemnemente en honor a la verdad que el presente trabajo es fruto de mi autoría. Que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación previa, ni previamente publicado o escrito por otra persona, excepto aquellos materiales o ideas que por ser de otras personas les he dado el debido reconocimiento y los he citado debidamente en la bibliografía o referencias.

Nombre: Elías Vázquez Godina

Firma: _____

DEDICATORIA

A DIOS

por haberme dado la vida y haberme permitido haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional y haberme dado la salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor y por haber puesto en mi camino aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A MI ESPOSA

Juana Rodríguez Piña por estar conmigo en aquellos momentos en que el estudio y el trabajo ocuparon mi tiempo y espacio y por su apoyo y ánimo que brinda día con día para alcanzar nuevas metas, tanto profesionales como personales.

A MIA HIJOS

Dariela Amaranta y Elías Sahiel. Gracias a Dios por mis hijos que más que el motor de mi vida son parte muy importante de lo que hoy puedo presentar, gracias a ellos por cada palabra de apoyo, gracias por cada momento familiar sacrificado para ser invertido en el desarrollo de este trabajo, gracias por entender que el éxito demanda ciertos sacrificios y que ese momento familiar hacia parte de estos sacrificios; a ellos dedico todas las bendiciones que de parte de Dios vendrán a nuestras vidas como recompensa de tanto esfuerzo, dedicación y fe en la causa misma.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a la Dirección de la Facultad de Ciencias Políticas y Relaciones Internacionales de la UANL encabezada por el Dr. Gerardo Tamez González, a la Subdirección de Posgrado en especial al Dr. Francisco Javier Gorjón Gómez por sus muestras de apoyo y solidaridad.

Al departamento de Ingeniería Ambiental del Instituto de Ingeniería Civil, FIC, UANL; en especial al Dr. Benjamín Limón Rodríguez por sus atinados comentarios y observaciones, al Ing. Luis Alberto Peña Camacho por su valiosa colaboración en el tratamiento de la información estadística y en general a todo el personal por su apoyo incondicional.

A la Subsecretaría de Protección al Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Nuevo León, en especial a la Ing. Armandina Valdez Cavazos Directora de Gestión Integral de la Calidad del Aire, al Biol. Luis Carlos Sánchez García Coordinador de Impacto y Riesgo Ambiental a la M.C. Sonia Limón Jefa del departamento de Base de Datos y Validación SIMA; por su valiosa colaboración y facilidades al acceso de información para el desarrollo de la presente tesis.

Quiero agradecer también Dr. Francisco Ramiro Sánchez García por su generosidad al brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia así como por todas sus aportaciones científicas en un marco de confianza, afecto y amistad para la conclusión y desarrollo del presente trabajo.

A todos mis maestros les agradezco de todo corazón por todas las enseñanzas brindadas durante el tiempo que estuve en el doctorado; de cada uno de ellos me llevo un recuerdo muy especial.

Agradezco muy especialmente a todas las personas que desinteresadamente participaron en las entrevistas para el desarrollo de la tesis.

A mis amigos, Ing. Omar Velázquez y familia, Dr. Sergio Garma y familia, Ing. Ham y familia, Ing. Raúl Cruz y familia al Ing. Octavio Aguirre y familia y al Ing. Rolando Solis y familia; muchas gracias por estar conmigo en todo este tiempo donde hemos compartido y vivido felices y tristes momentos; gracias por ser mis amigos y recuerden que siempre los llevaré en mi corazón.

A todos ellos muchas gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
INDICE DE TABLAS.....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	x
ABREVIATURAS	xi
INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO I: METODOLOGÍA.....	4
1.1 Antecedentes	4
1.2 Problema	6
1.3 Justificación	8
1.4 Objetivos.....	10
1.5 Hipótesis	10
1.6 Sustentación de variables	11
1.7 Marco conceptual.....	13
1.8 Modelo de investigación	15
1.9 Diseño de la investigación	16
1.10 Matriz de congruencia	16
CAPÍTULO II: ASPECTOS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO	18
2.1 Crecimiento demográfico del Área Metropolitana de Monterrey	18
2.2 Situación geográfica del Área Metropolitana de Monterrey.....	22
2.3 Climatología del Área Metropolitana de Monterrey	24
2.4 Rosa de Vientos del Área Metropolitana de Monterrey.....	26

CAPÍTULO III: CONTAMINACIÓN DEL AIRE	30
3.1 La atmosfera terrestre.	30
3.2 Fuentes y efectos de la contaminación del aire.....	31
3.3 Normas de la calidad del aire en México	36
3.4 Monitoreo atmosférico en el Área Metropolitana de Monterrey.....	40
3.5 Calidad del aire en el Área Metropolitana de Monterrey 2014.....	43
CAPÍTULO IV: MOVILIDAD URBANA EN EL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY	48
4.1 El uso del automóvil particular.....	48
4.2 Transporte Público	54
4.3 Planificación de la movilidad urbana sostenible.....	60
4.4 Movilidad urbana en el Área Metropolitana de Monterrey	65
4.5 Emisión vehicular y efectos en el medio ambiente	71
APÍTULO V: LA INDUSTRIALIZACIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY	76
5.1 El origen industrial en Monterrey	76
5.2 El desarrollo industrial de Monterrey	79
5.3 La expansión industrial del Área Metropolitana de Monterrey	88
5.4 Emisión de contaminantes.....	92
CAPÍTULO VI: ESTUDIOS PREVIOS SOBRE LA EVALUACIÓN DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA.	96
6.1 La evaluación de las políticas públicas para el control de la contaminación ambiental en México.	96
6.2 Evaluación de las políticas ambientales para controlar la contaminación en la industria	98
6.3 La evaluación de las políticas públicas para el control de emisiones vehiculares.....	103
6.4 La percepción social de la contaminación atmosférica	106

CAPÍTULO VII: POLÍTICAS PÚBLICAS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA.....	112
7.1 ¿Qué son las políticas públicas?	112
7.2 El contexto político en el problema de la contaminación atmosférica.	113
7.3 El rol de las Organizaciones No Gubernamentales (ONGs) en la política pública ambiental	117
7.4 Instrumentos de la política ambiental para el control de la contaminación del aire	120
7.5 Políticas públicas para el control de la contaminación del aire a nivel federal	129
7.6 Políticas públicas para el control de la contaminación del aire en el Área Metropolitana de Monterrey	138
CAPÍTULO VIII: LA ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA	149
8.1 Elección y justificación de método cualitativo.....	149
8.2 La muestra	150
8.3 Instrumento cualitativo.....	151
8.4 Análisis de los resultados	151
8.4.1 Conocimiento del problema.....	152
8.4.2 Valoración del problema	155
8.4.3 Solución del problema	156
8.5 Discusión particular	158
CAPÍTULO IX: ANÁLISIS DEL INVENTARIO DE EMISIONES	161
9.1 Inventario de Emisiones	161
9.2 Inventario de emisiones para el Área Metropolitana de Monterrey	162
9.3 Metodología	165
9.4 Análisis de datos.....	165
9.4.1 Número de días sobre las NOM	165

9.4.2 Cumplimiento de las NOM para ozono y partículas	166
9.4.3 Comportamiento de los contaminantes en el AMM durante las horas del día, los meses y el año.	171
9.4.4 Distribución espacial de los días sobre las NOM de PM ₁₀	176
9.5 Discusión particular	178
CAPÍTULO X: DISCUSIONES Y CONCLUSIONES GENERALES.....	181
REFERENCIAS	186
ANEXO 1.....	196

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Matriz sustentación de variables.....	11
Tabla 1.2. Matriz de congruencia	17
Tabla 3.1 Normas de la calidad del aire vigentes en México	39
Tabla 3.2 Estaciones de monitoreo del SIMA.....	41
Tabla 4.12 Origen y destino de viajes de vehículos de carga	69
Tabla 5.1 Inventario de emisiones para fuentes fijas en el AMM año 2005.....	93

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Rosa de los Vientos.....	27
Figura 2.2 Rosa de Vientos para el Área Metropolitana de Monterrey	29
Figura 4.1 Proyección del parque vehicular de México a 2030.....	49
Figura 4.2 Ciclo de dependencia del automóvil.	51
Figura 4.3 Vehículos registrados en Nuevo León.	52
Figura 4.4 Kilómetros-Vehículos recorridos en Nuevo León.....	53
Figura 4.5 Estructura Vial propuesta (1968).....	56
Figura 4.6 Red Maestra de Metro.	58
Figura 4.7 Red Maestra Actual del Metro.	59
Figura 4.8 Sistema Ecovía.	60
Figura 4.9 Pirámide jerárquica de movilidad urbana.	62
Figura 4.10 Jerarquía de la planificación urbana.....	64
Figura 4.11 Evolución histórica de la partición modal de viajes motorizados	68
Figura 5.1 Contribución de emisiones de PM10 por sectores industriales.....	94
Figura 8.1 Análisis factorial de correspondencia.....	152
Figura 8.2 Nube de palabras relacionadas con el conocimiento del problema	153
Figura 8.3 Nube de palabras relacionadas con la valoración del problema	155
Figura 8.4 Nube de palabras relacionadas con la solución del problema	157
Figura 9.1 Días sobre la Norma de PM10, PM2.5 y ozono	166
Figura 9.2 Límite anual de PM10.....	167
Figura 9.3 Límite de 24 horas de PM10.....	167
Figura 9.4 Límite anual PM2.5.....	169
Figura 9.5 Límite de 24 horas de PM2.5.....	169

Figura 9.6 Límite de una hora de ozono	170
Figura 9.7 Límite anual de ozono	171
Figura 9.8 Comportamiento horario de PM10, Pm2.5, O3, CO, NO2 y SO2	172
Figura 9.9 Comportamiento en los meses del año de PM10, Pm2.5, O3, CO, NO2 y SO2.....	174
Figura 9.10 Comportamiento anual de PM10, Pm2.5, O3, CO, NO2 y SO2	175
Figura 9.11 Vientos dominantes en el AMM.....	176
Figura 9.12 Promedio de días que las PM10 rebasan la norma (2008-2014)	177
Figura 9.13 Distribución espacial de los contaminantes (2008-2012)	178
Figura 9.14 Tendencia de PM10 de 2008 a 2014	180

ABREVIATURAS

AMM	Área Metropolitana de Monterrey
CAM	Comisión Ambiental Metropolitana
CFC	Clorofluorocarbonos
CH4	Metano
CMM	Centro Mario Molina para Estudios Estratégico sobre Energía y Medio Ambiente
CNA	Comisión Nacional del Agua
CO	Monóxido de carbono
CO2	Dióxido de carbono
COA	Cédula de Operación Anual
CONAPO	Consejo Nacional de Población
COV's	Compuestos orgánicos volátiles

DOF	Diario Oficial de la Federación
GEM	Gobierno del Estado de México
H ₂ O	Agua
H ₂ SO ₄	Acido sulfúrico
HC	Hidrocarburos
IFG	Índice de Fortaleza Gubernamental
IMECA	Índice Metropolitano de la Calidad del Aire
INE	Instituto Nacional de Ecología (INECC)
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
LAU	Licencia Ambiental Única
LFMN	Ley Federal de Metrología y Normalización
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
LGS	Ley General de Salud
msnm	metros sobre el nivel del mar
µg/m ³	microgramos por metro cúbico.
N ₂ O	Óxido nitroso
NO ₃	Nitratos
NOM	Normas Oficiales Mexicanas
NO _x	Óxido de nitrógeno
O ₃	Ozono
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONG's	Organismos No Gubernamentales

ONU	Organización de las Naciones Unidas
PAN	Peroxiacetil-nitrato
Pb	Plomo
PM	Material particulado
PM ₁₀	Partículas suspendidas menores a 10 micras
PM _{2.5}	Partículas suspendidas menores a 2.5 micrómetros
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
ppm	partes por millón
PROAIRE	Programa para el mejoramiento de la calidad del aire
PST	Partículas suspendidas totales
SCFI	Secretaría de Comercio y Fomento Industrial
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SENER	Secretaría de Energía
SIMA	Sistema integral de Monitoreo Ambiental
SO ₂	Bióxido de azufre
SO ₄	Sulfatos
SSA	Secretaría de Salud y Asistencia
ZMG	Zona Metropolitana de Guadalajara
ZMVM	Zona Metropolitana del Valle de México
ZMVT	Zona Metropolitana del Valle de Toluca

INTRODUCCIÓN

La contaminación del aire es actualmente uno de los problemas más severos a nivel mundial, se presenta en todas las ciudades independientemente del nivel de desarrollo y se ha convertido en un problema no solamente ambiental sino también de salud pública.

Para medir la calidad del aire en una ciudad se utiliza lo que se conoce como contaminantes criterio; dichos contaminantes se han identificado como perjudiciales para la salud y el bienestar de los seres humanos. Se les llamó contaminantes criterio porque fueron objeto de evaluaciones publicadas en documentos de calidad del aire en los Estados Unidos (EU) y su principal objetivo es establecer niveles permisibles para proteger la salud, el medio ambiente y el bienestar de la población. Los contaminantes criterio son: Monóxido de carbono (CO); Bióxido de azufre (SO₂); Óxido de nitrógeno (NO_x); Ozono (O₃); Partículas suspendidas menores a 10 micrómetros (PM₁₀) y Partículas suspendidas menores a 2.5 micrómetros (PM_{2.5}). Actualmente el término “contaminantes criterio” ha sido adoptado en muchos países.

Hay estudios sobre la contaminación atmosférica relacionados con la salud concluyendo que existe una relación entre la exposición y el aumento de enfermedades respiratorias.

Son escasos los estudios sobre la relación de las políticas públicas dirigidas a mantener los estándares normales de contaminación y los índices de contaminación en las grandes ciudades.

El objetivo del estudio será evaluar la relación entre las políticas públicas estatales implementadas por el Gobierno de Nuevo León dirigidas a mejorar la calidad del aire y los índices de contaminación del aire en el Área Metropolitana de Monterrey.

Primero abordaremos el problema de la contaminación del aire, las políticas públicas que se han implementado para el control de la contaminación atmosférica, así como los estudios previos que se han realizado sobre la evaluación de las políticas públicas encaminadas al control de la contaminación de la atmósfera.

Se realizará la investigación para comprobar la hipótesis de que “entre más estrictas sean las políticas públicas dirigidas a controlar la contaminación del atmosférica, los niveles de contaminación atmosférica se mantienen dentro de los niveles de la norma”.

Se recopiló información de la calidad del aire a través del Sistema Integral de Monitoreo Ambiental del Gobierno del Estado de Nuevo León, dicho sistema monitorea la calidad del aire basado en los contaminantes criterio.

Para medir el nivel de restricción de las políticas públicas ambientales se usó la entrevista semiestructurada con maestros universitarios expertos en materia de calidad del aire, miembros de los gobierno estatal, con los de las cámaras industriales, con los miembros de las empresas constructoras y miembros de las ONG's. Finalmente se hizo la evaluación cuantitativamente cómo ha evolucionado la calidad del aire y se comparó con las evaluaciones que se obtuvieron en cuanto al nivel de restricción de las políticas públicas para el control de la contaminación del aire.

CAPÍTULO I: METODOLOGÍA

En forma general se describe el problema de la contaminación del aire, las políticas públicas que se han implementado para el control de la contaminación atmosférica, así como los estudios previos que se han realizado sobre la evaluación de las políticas públicas encaminadas al control de la contaminación de la atmósfera.

Se recopiló información de la calidad del aire a través del Sistema Integral de Monitoreo Ambiental del Gobierno del Estado de Nuevo León, dicho sistema monitorea la calidad del aire basado en los contaminantes criterio.

Para medir el nivel de restricción de las políticas públicas ambientales se usó la entrevista semiestructurada con maestros universitarios expertos en materia de calidad del aire, miembros del gobierno estatal, con los de las cámaras industriales, con los miembros de las empresas constructoras y miembros de las ONG's. Finalmente se hizo la evaluación cuantitativa de cómo ha evolucionado la calidad del aire y se comparó con las evaluaciones que se obtuvieron en cuanto al nivel de restricción de las políticas públicas para el control de la contaminación del aire.

En este capítulo se describe los antecedentes y la justificación del problema para poder plantear las hipótesis y los objetivos, se describen también los conceptos científicos relacionados con la investigación y justifica la utilización de las variables que intervienen en la matriz de congruencia.

1.1 Antecedentes

La globalización es un proceso que se desarrolla gracias a los avances tecnológicos que permiten una integración mundial de todas las economías. Estos avances tecnológicos permiten realizar operaciones comerciales y financieras de manera rápida y en cualquier mercado mundial.

La globalización basada en el modelo económico capitalista tiene efectos muy perjudiciales sobre el medio ambiente. El capitalismo es un sistema económico en el cual el mercado predomina. Mediante la globalización, se eliminan las barreras comerciales entre los distintos países, y esto desencadena la aparición de un mercado internacional a escala global, lo que ha provocado un aumento en el consumo de recursos energéticos como consecuencia del transporte entre los distintos países tanto de materias primas como de productos manufacturados.

“El rápido tránsito hacia la urbanización y la industrialización en el contexto de la globalización que se da hoy día en todas las regiones y países” (INEGI 2002) —el Área Metropolitana de Monterrey (AMM) es un caso con estas características—, ha provocado serias transformaciones ecológicas y ambientales que afectan la calidad de vida de la población y de los ecosistemas, particularmente en el ámbito de las ciudades.

“La contaminación del aire es actualmente uno de los problemas ambientales más severos a nivel mundial” (Romero, 2006; p.1). El problema no es solamente ambiental sino también económico y de salud pública, además se presenta en todas las ciudades independientemente del nivel de desarrollo socioeconómico.

“La atmosfera terrestre se divide en varias capas dependiendo de su altura” (Enkerlin, Cano, Garza y Vogel 1995; p.385). Estas capas son troposfera, estratosfera, mesosfera y termosfera; es una envoltura de gases que mantienen la estabilidad en la tierra a través de la interacción de sus componentes naturales y los factores del medio ambiente.

La capa vital de la tierra es la troposfera, ya que en ella se concentra la mayor parte de los gases que nos permiten respirar el aire día a día. “Sus componentes principales son nitrógeno, oxígeno y dióxido de carbono, así como vapor de agua, ozono, metano, hidrogeno, argón, helio y algunos óxidos de nitrógeno en menor proporción” (Alfaro, limón, Martínez y Tijerina, 2009; P. 91). Las emisiones a la atmosfera ya sean naturales tales como erupciones volcánicas, el polvo, las cenizas, los elementos que resultan de la erosión del suelo, e incluso el proceso de respiración o las emisiones antropogénicas se consideran “contaminantes” (Salas, 2000) cuando modifican la composición media de la atmosfera.

El principal problema de contaminación atmosférica que se presenta en el AMM está asociado con la “contaminación de origen antropogénico relacionado con las fuentes fijas (industria) y fuentes móviles (automóviles)” (Enkerlin, Cano, Garza y Vogel, 1995; p.393), entre otras no menos importantes como son las de área y las naturales.

Dentro de las políticas públicas más importantes, que ha implementado el gobierno de Nuevo León, para el control de la calidad del aire, es el proyecto SIMA (Sistema Integral de Monitoreo Ambiental) el cual fue implementado con la finalidad de diseñar estrategias de control de la contaminación atmosférica en el AMM.

El SIMA inició operaciones a partir de 1992 con la finalidad de contar con información continua y fidedigna de los niveles de contaminación ambiental en el AMM. (Gobierno de Nuevo León, 1997)

1.2 Problema

La contaminación del aire no respeta límites ni jurisdicciones por lo que el fenómeno se ha venido incrementando y es la propia sociedad quien debe asumir los costos de vivir en un entorno contaminado sobre todo en las grandes ciudades. “Generalmente, el problema de la contaminación ambiental se plantea como un tema donde las instituciones gubernamentales desempeñan el papel más importante para su control” (Penilla, 2002; p. 2).

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) (Diario Oficial de la Federación, 1988; p.3). Señala que la contaminación es “la presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico”, y la contaminación del aire se puede definir como “la introducción o adición de material perjudicial e indeseable para los seres vivos que cambia la composición de la atmósfera de la Tierra” (Turk, Amos, Turk y Wittes, 2004; p.83).

Se han desarrollado diferentes estrategias para intentar reducir o al menos mantener dentro de los márgenes de concentración los contaminantes del aire en el AMM. Una estrategia es un

plan que se adopta para alcanzar determinados objetivos y “existen elementos comunes que permiten distinguir cuatro tipos de estrategias” (Penilla, 2002; p. 15). La administración de la calidad del aire, establecimiento de estándares de emisiones, estrategias económicas o de instrumentos económicos y estrategias de costo beneficio.

En el caso del AMM, se han establecido diferentes estrategias. Provocado por las características de la ciudad y su acelerado crecimiento urbano “a mediados de la década de los noventa las partículas menores de 10 micrómetros y el ozono registraron frecuentes rebases a la norma de calidad del aire ambiente” (SEMARNAT, 2012; p. 4). En este contexto, el Gobierno del Estado de Nuevo León, a través del Plan Estatal de Medio Ambiente 1995-2020 estableció las directrices para desarrollar el Programa de Administración de la Calidad del Aire del AMM 1997-2000.

Este programa obtuvo resultados positivos parciales al controlar las emisiones de algunos contaminantes. Sin embargo las políticas públicas dirigidas a controlar la contaminación atmosférica no siguieron el mismo curso ya que, “el crecimiento demográfico, urbano y económico de la metrópoli trajo consigo mayor consumo de combustible, incremento de la flota vehicular y mayor tráfico, con lo que las emisiones contaminantes presentaron una tendencia ascendente”. (SEMARNAT, 2012; p. 4)

Según las estimaciones de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales “en el AMM no se ha resuelto el problema de contaminación ambiental y puede incrementarse si no se toman las medidas adecuadas de planeación que permitan disminuir y controlar dicho fenómeno” (SEMARNAT, 2012).

En el AMM, según la información histórica de la calidad del aire disponible en el SIMA, se ha incumplido constantemente las normas de calidad del aire para partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) así como para el ozono (O_3). Es así como el AMM se ha situado entre las ciudades con los niveles de contaminación más alto del país por partículas suspendidas (INEEC, 2011), además ocupa la primera posición por sus niveles de $PM_{2.5}$ reportadas en 2009, entre 576 ciudades de todo el mundo que reportan las concentraciones promedio anuales de este tipo de contaminantes (OMS, 2015).

Las concentraciones elevadas de partículas suspendidas y ozono en el AMM es sin duda un problema ambiental grave con implicaciones en la salud que deterioran la calidad de vida de la población del AMM. La exposición a altos niveles de contaminación ha sido de manera constante lo que trae como consecuencias efectos en la salud que van desde malestares respiratorios, irritación de ojos, irritación de vías respiratorias, dolores de cabeza, hasta enfermedades crónicas como cáncer de pulmón y mortalidad por enfermedades cardiovasculares (INE, 2011). La atención a esta gama de enfermedades conlleva un gasto familiar, Estatal y Federal a través de los sistemas de salud. Según cifras del INEGI en el año 2013 la contaminación del aire representó un costo del 3.3% del PIB nacional (INEGI, 2015).

En este sentido, y ante el escaso avance que se ha demostrado para disminuir el problema de contaminación ambiental en el AMM según la SEMARNAT y sobre todo, la falta de directrices claras para solucionar el problema, la pregunta que guía la investigación está encaminada a resolver la siguiente cuestión: ¿Porqué la administración pública que implementa las distintas políticas públicas para el control de la contaminación ambiental en el AMM, no ha permitido que las estrategias y líneas de acción se vean reflejadas favorablemente en la calidad del aire?

1.3 Justificación

Un componente central del argumento de la globalización es que el creciente poder de los mercados internacionales ha vuelto impotente al Estado para ejercer la gobernanza al interior de su propio territorio, esto ha traído como consecuencia el crecimiento desordenado de la urbanización y la industrialización lo cual ha provocado serias transformaciones ecológicas y ambientales que afectan la calidad de vida de la población y de los ecosistemas, lo anterior lo podemos percibir en el AMM, sobre todo en los últimos años.

En los estudios realizados sobre los efectos de los contaminantes a la salud se ha concluido que existe una relación directa entre el aumento de enfermedades respiratorias y el número

de muertes asociadas a la exposición de contaminantes atmosféricos; “se cuenta con mayores evidencias sobre el efecto que tienen las partículas en el aumento de la mortalidad en relación con otros contaminantes y se ha identificado que el O₃ es un factor importante de la mortalidad”. (Gobierno del Estado de Nuevo León. 2008, p.106).

El artículo 4° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, párrafo 4° establece que: “toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar”. El Estado garantizará el respeto a este derecho. Asimismo, en términos de este precepto constitucional, corresponde al Estado planear y coordinar la actividad económica nacional y promover la concurrencia de los sectores público, social y privado al desarrollo económico nacional. “Algunos estudios indican, que las políticas gubernamentales de control de la calidad del aire pueden mejorar las condiciones ambientales y restringir los impactos negativos de la contaminación sobre la salud de las personas” (Camacho y Flamand, 2008).

Según la literatura consultada hay muy pocos estudios que se enfoquen directamente a la evaluación de las políticas públicas para el control de la contaminación atmosférica y los que existen no especifican que tan efectivas son las políticas públicas y marcan una descoordinación entre las diferentes dependencias Federales, Estatales y Municipales para la implementación de dichas políticas.

Con base en lo anterior en la presente investigación se busca contribuir a encontrar una relación entre las políticas públicas ambientales dirigidas a mantener los estándares de contaminación del aire dentro de la norma y los índices de contaminación atmosférica en el AMM.

Al encontrar la relación entre las políticas públicas ambientales dirigidas a mantener los estándares de contaminación del aire dentro de la norma y los índices de contaminación atmosférica en el AMM, podremos obtener un conocimiento más profundo de tales políticas y en un futuro plantear de una mejor manera las políticas públicas ambientales, lo cual puede repercutir en la protección de la población más susceptible, como los niños, las mujeres embarazadas y los adultos mayores, y por consecuencia a la población en general. Los beneficios al reducir los índices de contaminación no solamente se podrán ver reflejados

en la salud de la población sino también en un ahorro en los gastos generados por la atención a los padecimientos e incrementos en la mortalidad de las enfermedades asociadas a la exposición de los contaminantes del aire.

1.4 Objetivos

Objetivo general

Atendiendo a los antecedentes descritos y el problema de investigación planteado, en la investigación se pretende por medio de entrevistas semiestructuradas y la evaluación cuantitativa de emisiones atmosféricas:

Evaluar la política pública ambiental dirigida a mantener los estándares de contaminación del aire dentro de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), en el AMM en el periodo (2008-2014)

Objetivos específicos

Derivados del objetivo general del estudio los objetivos particulares son:

1. Relacionar las políticas públicas ambientales dirigidas a mantener los estándares de contaminación del aire dentro de las NOM, en el AMM, implementadas por el Gobierno de Nuevo León con los índices de contaminación en el periodo (2008-2014).
2. Identificar la percepción de los expertos en cuanto a la efectividad de las políticas públicas ambientales dirigidas a mantener los estándares de contaminación del aire dentro de las NOM, en el AMM, implementadas por el Gobierno de Nuevo León en el periodo (2008-2014).

1.5 Hipótesis

La revisión de los antecedentes y el planteamiento de problema, nos llevan a formular las siguientes hipótesis teóricas de investigación que serán analizadas a partir de los datos

obtenidos en los diferentes estudios de la presente tesis:

H1. Entre más estrictas son las políticas públicas dirigidas a controlar la contaminación del aire, los niveles de contaminación atmosférica se mantienen dentro de los niveles de las NOM's.

H2. Los bajos índices de contaminación del aire dependen directamente de las políticas públicas aplicadas.

1.6 Sustentación de variables

Con base en la literatura consultada se puede construir la siguiente matriz de variables.

Tabla 1.1. Matriz sustentación de variables

Autores	Variables Dependientes	Variables Independientes		
Camacho y Fleman (2008)	concentración de contaminantes	Acciones que hacen que se incremente la contaminación		
		Acciones gubernamentales dirigidas a disminuir la contaminación		
Cuadri de la Torre (1995)	Deterioro ambiental (concentración de contaminantes del aire)		Costos de implementación de las políticas públicas. Uso del automóvil principalmente.	
			Consumo de Energía, por el uso del automóvil	
De la Rosa (2007)	Responsabilidad ambiental (concentración de contaminantes)	Acciones gubernamentales dirigidas a disminuir la contaminación (principalmente leyes y normas)		
Pacheco y Vega (2001)	Deterioro ambiental (aire, agua y suelo)			Participación ciudadana
Penilla (2002)	Concentración de contaminantes atmosféricos	Gestión ambiental (acciones para el control de la contaminación del aire)		

Para los costos asociados a la implementación de políticas públicas para disminuir la contaminación del aire, Quadri de la Torre (1995), analiza las variables de costos haciendo referencia al uso del automóvil y basándose en estudios que se han realizado en diferentes partes del mundo como: Estados Unidos, Tokio, Hong Kong, Inglaterra y Francia.

Se analiza también la responsabilidad ambiental enfocada básicamente al cumplimiento de leyes y normas para el funcionamiento de determinadas industrias, en este caso, De la Rosa (2007) analiza el grado de cumplimiento de las normas y leyes ambientales asociado al control de las emisiones industriales tale como, agua residual, generación de residuos y emisiones a la atmósfera.

Todos los autores que aparecen en la matriz tratan básicamente las mismas variables, solamente Pacheco y Vega (2001), analizan la influencia de participación ciudadana en la conservación del ambiente de una forma muy general, sobre todo analizan las formas de participación para coadyuvar en el desarrollo sustentable de las ciudades, aplicado principalmente al reciclado de residuos, ahorro de agua, de combustibles y de energía principalmente.

Con base en la matriz de sustentación de variables se seleccionan para la presente tesis las siguientes variables:

Variables dependientes

- 1.- Contaminación atmosférica.

Variables independientes

- 1.- Aforo vehicular.
- 2.- Actividad industrial.
- 3.- Políticas públicas gubernamentales dirigidas a controlar la contaminación atmosférica.

1.7 Marco conceptual

En este apartado de la tesis, se define y especifica cada uno de los conceptos científicos relacionados con la investigación, el objetivo es ofrecer una clara especificación de cada uno de ellos.

Contaminación del aire: cuando se habla de contaminación del aire nos referimos a la contaminación generada por las actividades antropogénicas (actividades del hombre) como: la generación y uso de energía, uso del transporte, cocción de los alimentos, calentamiento y uso de agua, etc., así como la fabricación de bienes de consumo o servicios como: alimentos, medicinas, productos de limpieza y aseo personal. Los procesos naturales tales como erupciones volcánicas, el polvo, las cenizas, los elementos que resultan de la erosión del suelo, e incluso el proceso de respiración generan "contaminantes naturales". (Salas 2002).

Ambiente: conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados (Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente p. 2)

Contaminante: se puede considerar como contaminante "la introducción o adición de material perjudicial e indeseable para los seres vivos que cambia la composición de la atmósfera de la Tierra" (Turk, Amos, Jonathan Turk y Janet Wittes, 2004; p.83).

Contaminantes criterio: cuando se busca conocer el origen de la mala calidad del aire en una zona urbana, se hace un inventario de contaminantes criterio, que puede incluir monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx), partículas (menores a 10 micrómetros -PM₁₀- y menores a 2.5 micrómetros -PM_{2.5}-), compuestos orgánicos volátiles (COV), hidrocarburos (HC), y plomo (Pb).

Para el caso del Área Metropolitana de Monterrey se cuenta con un inventario de emisiones de contaminantes criterio por parte de la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno de Nuevo León (Gobierno de Nuevo León, 2008) y las fuentes de emisiones caen dentro de las siguientes categorías: fuentes fijas, fuentes móviles, fuentes de área y fuentes naturales.

Políticas públicas: las ciencias de la política o políticas públicas nacen en Estados Unidos con el impulso de su pionero Harold Lasswell, su propuesta fue mejorar el desempeño administrativo y la acción gubernamental del Estado a través de una nueva disciplina, las ciencias de la política (Laswell, 1951).

Las políticas públicas son la forma como se le da coherencia, integridad y sostenibilidad a las decisiones y acciones de los gobiernos (Muller, 2007).

Por otra parte según Ma. Ofelia Camacho García y Laura Flamand (2008) las políticas públicas son el uso del conocimiento para cumplir los objetivos de la gobernanza.

Políticas públicas urbano ambientales: tienen la responsabilidad de medir el bienestar y calidad de vida de los habitantes, con la intención de mostrar cómo las actividades humanas dependen de las condiciones de su entorno respecto a sus relaciones centro y periferia y demás factores (Erick Gómez Tagle López, 2008).

El control de la calidad del aire se ha convertido en un conflicto donde el papel del gobierno, a través de sus instituciones, es determinante en promover políticas que permitan reducir la contaminación y sus consecuencias.

El Gobierno de Nuevo León ha elaborado estrategias para el mejoramiento de la calidad del aire en el Área Metropolitana de Monterrey (Gobierno del Estado de Nuevo León, 2008), para la elaboración se ha tenido la participación de los tres órdenes de gobierno cuya finalidad principal es plantear una serie de estrategias, medidas y acciones tendientes a prevenir, controlar y reducir las emisiones de contaminantes a la atmósfera, originadas principalmente por las actividades humanas.

Algunos estudios enfocados a la gestión pública para el control de la contaminación atmosférica, indican que las políticas públicas ayudan a disminuir el índice de contaminación de algunos contaminantes del aire, sin especificar qué tan efectivas son las políticas y marca una descoordinación entre las diferentes dependencias federales, estatales y municipales para la implementación de dichas políticas. (Salas Penilla, 2002). En otro estudio se concluye que las “Políticas intergubernamentales para controlar la contaminación del aire en ciudades

mexicanas” han disminuido los niveles de concentración de solamente uno de los contaminantes críticos estudiados (bióxido de azufre) (Camacho y Flamand, 2008).

Restricción de la política pública: Una política pública es lo que el Estado hace, primero reconoce la existencia del problema, admite sus causas y utiliza los medios que tiene a su alcance para solucionarlo de la manera más eficiente posible. Considerando lo anterior una política pública requiere de tres momentos fundamentales.

Primero, la selección del problema principal dentro del abanico de temas que la sociedad reclama y determinar el uso de recursos necesarios para revertir las causas del problema.

Segundo, definir el problema causal y enfrentarlo a través de los medios posibles, entre ellos lo que la legitimidad le permite tales como leyes normas o reglamentos.

El tercer momento es la implementación. Llevar a la práctica lo que se ha diseñado, ponerlo a prueba en el terreno de los hechos y determinar si lo que se planteo es factible llevarlo a la práctica, verificar si las leyes normas o reglamentos se pueden cumplir o no de acuerdo a las circunstancias que prevalecen entorno al problema. Esto puede presentar una restricción o un obstáculo para los que van dirigidas las leyes normas o reglamentos al no poder cumplirlas ya sea por capacidad técnica o económica, por esta razón al momento de diseñar una política pública se debe tomar en cuenta a las partes involucradas (Merino, 2015).

1.8 Modelo de investigación

En la presente investigación se utilizará un diseño mixto, la investigación cuantitativa se realizará en base a un análisis del inventario de emisiones atmosféricas recopilando información de la contaminación del aire en el AMM en el periodo (2008-2014).

Para la investigación cualitativa se aplicará la técnica denominada Análisis de Contenido tomando opiniones a través de entrevistas semiestructuradas a los funcionarios públicos estatales, a los miembros de las cámaras industriales y con los miembros de las empresas

constructoras y de transformación del AMM, así como a los miembros de las ONG's y catedráticos universitarios especialistas en la materia.

1.9 Diseño de la investigación

Se realizaron entrevistas semiestructuradas para conocer la opinión de los diferentes actores, tanto los que participan en la formulación de las políticas públicas dirigidas a disminuir la contaminación del aire como de aquellos que están obligados a cumplirlas. Se realizó un análisis del inventario de emisiones y se comparó con las opiniones de expertos antes citados.

1.10 Matriz de congruencia

Tabla 1.2. Matriz de congruencia

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES	MÉTODO	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
<p>“En el AMM no se ha resuelto el problema de contaminación ambiental y puede incrementarse si no se toman las medidas adecuadas de planeación que permitan disminuir y controlar dicho fenómeno” (SEMARNAT 2012).</p> <p>En este sentido, se identifica la necesidad de evaluar las políticas públicas dirigidas a disminuir o controlar la contaminación atmosférica.</p>	<p>1. ¿Cuáles son las políticas públicas dirigidas a controlar la contaminación del aire en el AMM que han resultado más eficientes?</p>	<p>Evaluar las políticas públicas ambientales dirigidas a mantener los estándares de contaminación del aire dentro de las NOM, en el AMM en el periodo (2008-2014)</p>	<p>1. Relacionar las políticas públicas ambientales dirigidas a mantener los estándares de contaminación del aire dentro de las NOM, en el AMM, implementadas por el Gobierno de Nuevo León con los índices de contaminación en el periodo (2008-2014).</p> <p>2. Identificar la relación entre la calidad del aire y el ingreso per cápita para el AMM en el periodo (2008-2014).</p> <p>3. Identificar la percepción de los expertos en cuanto a la efectividad de las políticas públicas ambientales dirigidas a mantener los estándares de contaminación del aire dentro de las NOM, en el AMM, implementadas por el Gobierno de Nuevo León en el periodo (2008-2014).</p>	<p>1. Contaminación del aire.</p> <p>2.- Políticas públicas para el control de la contaminación atmosférica.</p> <p>3.- Estudios previos sobre la evaluación de las políticas públicas para el control de la contaminación ambiental.</p>	<p>H1: Entre más estrictas son las políticas públicas dirigidas a controlar la contaminación del aire, los niveles de contaminación atmosférica se mantienen dentro de los niveles de las NOM.</p> <p>H2. Los bajos índices de contaminación del aire dependen directamente de las políticas públicas aplicadas.</p>	<p>Variables dependientes</p> <p>1.- Contaminación atmosférica.</p> <p>Variables independientes</p> <p>1.- Aforo vehicular.</p> <p>2.- Actividad industrial.</p> <p>3.- Políticas públicas gubernamentales dirigidas a disminuir o controlar la contaminación atmosférica.</p>	<p>Para la investigación se propone un esquema de método mixto, cualitativo y cuantitativo.</p>	<p>Para medir el nivel de restricción de las políticas públicas ambientales se usará la entrevista semiestructurada con catedráticos universitarios expertos en la materia, ONG's, personal del Gobierno Estatal así como con los de las cámaras industriales y con los miembros de las empresas constructoras y de transformación del AMM.</p>

CAPÍTULO II: ASPECTOS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO

En este capítulo se describe el crecimiento demográfico en el AMM, así como el crecimiento y desarrollo de los principales municipios que la conforman; se describe también la situación geográfica de la zona de estudio la cual está compuesta de valles y sierras, por eso se le denomina a Monterrey la Ciudad de las montañas; otro factor importante es la climatología, se describe el tipo de clima predominante, precipitación, temperatura y vientos dominantes; todas estas características hacen que el clima en el AMM sea muy variable en todas las épocas del año; todos estos factores son muy importantes para la dispersión de los contaminantes y no tenemos control sobre ellos, es por eso que se deben de tomar en cuenta al momento de proponer cualquier alternativa o estrategia de solución para el control de la contaminación del aire.

2.1 Crecimiento demográfico del Área Metropolitana de Monterrey

La demografía es la ciencia que estudia los fenómenos relativos a la población (Naranjo, Siller, & Calderón, 2002). A través de ella podemos establecer conceptualizaciones, modelos y teorías que permiten explicar los procesos en la constitución de la población.

La demografía analiza el volumen, la distribución, la estructura y la dinámica de las poblaciones. El volumen se refiere al tamaño de la población y su crecimiento. La distribución al uso del espacio físico. La estructura analiza la composición por categorías y la dinámica poblacional analiza los factores que determinan el crecimiento demográfico, como la natalidad, la mortalidad y la migración (ONU, 2016).

Se entiende por área metropolitana al conjunto de localidades urbanas de diferentes municipios que muestran una continuidad física, es decir, que existen entre ellas una continuidad del crecimiento definido y separado, en promedio, por el ancho de una calle, de acuerdo a su presentación en la Cartografía Censal (INEGI, 2003).

Un requisito más para considerar el área metropolitana es que la unión de dos o más localidades urbanas en continua conurbación tenga al menos, en una de ellas, una población

de 50 mil o más habitantes, de acuerdo al último censo o conteo nacional de población (INEGI, 2003).

Las ciudades o comunidades que forman las áreas metropolitanas existe entre ellas una estrecha interrelación socioeconómica, determinada por el intercambio poblacional y de bienes y servicios que se da en sus actividades cotidianas. Las cabeceras municipales se constituyen como unidades político-administrativas y centros urbanos de desarrollo y de servicios, gobernados por autoridades municipales distintas (INEGI, SEDESOL, & CONAPO, 2004).

Monterrey se transformó en metrópoli en los años cincuenta cuando se expandió hacia los municipios de Guadalupe y San Nicolás de los Garza, y en la década de 1950-1960 se integró San Pedro Garza García y en la década de los setenta se sumaron Santa Catarina, Apodaca y General Mariano Escobedo (Garza, 1995).

En el diario Oficial de la federación del 23 de enero de 1984, mediante decreto del ejecutivo, se declaró la existencia de la Zona conurbada de Monterrey, integrada por los municipios de Monterrey, San Nicolás de los Garza, Apodaca, Guadalupe, San Pedro Garza García, Santa Catarina y General Mariano Escobedo (DOF, 1984).

Después de la Segunda Guerra Mundial, el AMM experimentó un crecimiento demográfico explosivo además de una distribución de población entre los municipios que lo conformaban (Garza, 1995).

En 1950, los municipios que hoy forman parte del AMM tenían una población de 386,929 habitantes, concentrados principalmente en el municipio de Monterrey, que representaba el 87% de la población del AMM, y ya empezaba a registrarse un aumento de población en los municipios de San Nicolás de los Garza y Guadalupe, N.L. (INEGI, 2000).

Al final de la década de los cincuenta la población en el AMM casi se había duplicado, alcanzando un total de 723,729 habitantes; sin embargo, tan sólo un 46.1% de la población podía considerarse como urbana. De acuerdo al INEGI una población se considera urbana a partir de los 2,500 habitantes.

El caso el municipio de Santa Catarina es el más interesante en esta década, porque en 1950 prácticamente la totalidad de la población era rural, debido al crecimiento de la misma diez años más tarde, el 80% se consideraba urbana y este mismo fenómeno se presentó paulatinamente en los demás municipios que conforman el AMM (Naranjo, Siller, & Calderón, 2002).

Durante el periodo de 1960 a 1970 la población del AMM creció a razón de una media de 5.7% anual. El municipio de General Mariano Escobedo fue el que registró un mayor crecimiento con un 19.1% anual, Guadalupe, San Nicolás de los Garza, Santa Catarina, Apodaca y San Pedro Garza García casi triplicaron su población. Por el contrario Monterrey presentó una desaceleración en su tasa de crecimiento de 5.9% a 3.6%. (INEGI, 2000). Esto se debió principalmente al aumento de la población en los demás municipios del AMM.

A lo largo de la década de 1970 a 1980 la tasa de crecimiento del municipio de Monterrey siguió disminuyendo, hasta llegar a un 2.4% anual. Durante esta década los municipios del AMM con excepción de García y Juárez, disminuyeron su tasa de crecimiento, alrededor de 10% medio anual (INEGI, 2000).

En la década de 1970 a 1980 la población urbana del AMM se incrementa considerablemente, pasando de 58.2% en 1970 a 86.4% en 1980, año en que todos los municipios del AMM empiezan a considerarse urbanos, a excepción de los municipios de García y Juárez (INEGI, 1995).

Durante el periodo de 1990 a 2000, la tasa media de crecimiento del AMM fue menor que en años anteriores alcanzando un valor de 2.6%. En el año 2000 la población total del AMM alcanzó los 3,243,466 habitantes que representaba el 84.6% del total estatal (INEGI, 2000). En esta década los municipios que más crecieron fueron Apodaca, Escobedo, Juárez y García que aumentaron su población en más del 50%. En el año 2000 la mayor parte de la población del AMM se concentraban en los municipios de Monterrey, Guadalupe y San Nicolás de los Garza con un 34.2, 20.7 y 15.3% respectivamente.

Según el último conteo de población (INEGI, 2015), Nuevo León ocupa el octavo lugar del país en cuanto al volumen de población con 5,119,504 habitantes y el 86.7% vive en el AMM.

La distribución de la población se relaciona con el número de habitantes por kilómetro cuadrado de territorio. Dentro del concepto de densidad poblacional es posible hacer una diferenciación entre la densidad bruta y densidad neta. La densidad bruta mide el número de habitantes por kilómetro cuadrado de territorio, tomando en cuenta la división política. Por el contrario, la densidad neta se ajusta solamente al territorio habitado, sin tomar en cuenta las fronteras administrativas (ONU, 2000). Ambos cálculos son utilizados por los organismos internacionales encargados de medirla.

En el Año 2000, el AMM tenía una densidad bruta de población de 996 hab/km². El municipio con mayor densidad poblacional era San Nicolás de los Garza con 5,709 hab/km², seguido por los municipios de Guadalupe con 4,420 hab/km²; Monterrey con 2,456 hab/km²; San Pedro Garza García con 1,817 hab/km²; Apodaca con 1,541 hab/km²; Escobedo con 1,219 hab/km²; Santa Catarina con 230 hab/km²; Juárez con 238 hab/km² y García con 33 hab/km² (INEGI, 2000).

Actualmente el AMM cuenta con 12 municipios: Apodaca, Cadereyta, García, General Mariano Escobedo, Guadalupe, Juárez, Monterrey, San Nicolás de los Garza, San Pedro Garza García, Santa Catarina, Santiago y Salinas Victoria. El municipio más densamente poblado del AMM es el municipio de San Nicolás con 7,145 hab/km² y le siguen los municipios de Guadalupe con 5,801 hab/km² y Monterrey con 3,415 hab/km². Los municipios que más han crecido en densidad poblacional en los últimos 15 años han sido General Mariano Escobedo con un crecimiento de 1636 hab/km², San Nicolás con 1436 hab/km², Guadalupe con 1,381 hab/km² y Juárez con 1,110 hab/km²; el único municipio que tuvo un descenso en su densidad poblacional en los últimos 15 años fue San Pedro con -78 hab/km² (INEGI, 2015).

2.2 Situación geográfica del Área Metropolitana de Monterrey

La geografía es la ciencia que estudia la distribución en la superficie del globo terrestre de los fenómenos físicos, biológicos y humanos, las causas de esta distribución y las relaciones locales de estos fenómenos, según Martonne en (Conteras, 2007).

La extensión del Estado de Nuevo León es de 64,081.94 km², lo que representa el 3.26% de la superficie del país. La longitud máxima de norte a sur es de 504 km, y de este a oeste es de 225 km. El territorio estatal se compone de 51 municipios. Nuevo León colinda al norte con Estados Unidos de América, al noreste y este con Tamaulipas, al oeste con Coahuila y Zacatecas y al sur y suroeste con San Luis Potosí. En general el Estado de Nuevo León es un territorio árido, donde la sierra Madre Oriental ejerce gran influencia, sirve de barrera para detener los vientos húmedos y las lluvias ciclónicas del Golfo de México (INEGI, 2015).

La geomorfología es la descripción de la naturaleza a partir del estudio del relieve y la litosfera, en conjunto con los de la hidrósfera, la atmósfera y la biósfera. Al hablar de relieve continental nos referimos a las irregularidades de la superficie terrestre. Por arriba del nivel del mar, hablamos de relieve terrestre; en caso contrario, hablamos de relieve submarino. En una zona continental hay áreas por debajo del nivel del mar; en ese caso estamos hablando de depresiones (Conteras, 2007).

Los tipos de releve continental están compuestos por montañas, mesetas, llanuras, depresiones y la fisiografía de la República Mexicana se encuentra clasificada por medio de provincias fisiográficas. Las provincias que se encuentran en el Estado de Nuevo León son: La Llanura costera del Golfo Norte compuesta por llanuras y lomeríos; La Sierra Madre Oriental compuesta por Sierras y Llanuras Coahuilenses, Pliegues Saltillo-Parras, Sierras Transversales, gran sierra plegada y Sierras y Llanuras Occidentales y la Gran Llanura de Norteamérica compuesta por Llanuras de Coahuila y Nuevo León (Conteras, 2007).

El AMM se ha desarrollado sobre dos zonas muy distintas: la Planicie Costera del golfo y la Sierra Madre Oriental. Esta Ubicación particular genera una influencia directa sobre el clima, en especial sobre la temperatura y las precipitaciones pluviales, cuya intensidad anual es muy

diferente al pasar de la Planicie Costera del Golfo, hacia la Sierra Madre Oriental (Noriega & Antonio, 2002).

Las diferencias entre ambas regiones van desde su origen geológico, hasta la fauna y vegetación que en ellas se desarrollan. Por ejemplo, la Sierra Madre y las Montañas de la zona urbana, pertenecientes al periodo Mesozoico, mientras que la Planicie Costera proviene del Cenozoico (Conteras, 2007).

El AMM está ubicada en medio de montañas y a consecuencia, los escurrimientos torrenciales que en ella se generan inundan anualmente las tierras bajas y planas de la zona urbana. Las montañas afectan también el patrón de los vientos, y las áreas de asoleamiento y sombreado lo que a su vez influye sobre el tipo de vegetación.

La altura del AMM va descendiendo gradualmente desde los 680 metros sobre el nivel del mar (msnm) en Santa Catarina, hasta llegar a los 380 msnm en Juárez en la dirección oeste-este (Noriega & Antonio, 2002).

El AMM está rodeada de montañas y cordilleras que le confieren un carácter único en el mundo y la ciudad de Monterrey es conocida como la ciudad de las montañas. La Sierra Madre Oriental cambia bruscamente de dirección hacia el oriente a la altura de Monterrey. Al noreste de la ciudad se localiza la sierra de Las Mitras. El este es dominado por el impresionante e inconfundible Cerro de la Silla. El Cerro de la Silla es el símbolo por excelencia de la ciudad de Monterrey, aunque tiene esa denominación en realidad es una montaña. En el municipio de San Nicolás de los Garza en el noreste se encuentra el cerro del topo Chico, famoso por sus antiguos veneros de aguas termales. Al sur del río Santa Catarina se encuentra la Loma Larga y el cerro del mirador. Al norte del río Santa Catarina se encuentra la loma de la Chepe Vera mejor conocida como Cerro del Obispado y el cerro de la Loma Linda.

La ubicación del AMM en medio de estos cerros y montañas afecta la forma en que los contaminantes atmosféricos se dispersan, debido a la dirección de los vientos dominantes. Estas elevaciones montañosas constituyen una barrera física natural para la circulación del

viento e impiden el desalojo del aire contaminado hacia el exterior de la zona. Los contaminantes son transportados desde el oriente de la ciudad, donde las zonas industriales o las de tráfico intenso los generan, hacia el poniente, en las faldas de la Sierra Madre, que funcionan a manera de barrera de contención (Noriega & Antonio, 2002).

Aunque el hombre ha alterado las condiciones ecológicas, ha perturbado las corrientes fluviales, ha introducido agua de otras cuencas, especies exóticas de flora, ha canalizado ríos y ha cubierto pastizales con capas de cemento y asfalto, el AMM sigue dependiendo del comportamiento de la naturaleza con sus lluvias, vientos, altas temperaturas y suelos inestables.

2.3 Climatología del Área Metropolitana de Monterrey

Clima

El AMM se encuentra en el grupo de climas secos que ocupan una mayor extensión en el país, y se caracteriza por el hecho de que la evaporación excede a la precipitación, de forma que ésta no es suficiente para mantener corrientes de agua permanentes, la separación entre este grupo de climas y los húmedos, así como las variantes de climas secos, se establece con base en relaciones algebraicas que dependen de la temperatura promedio anual y del régimen de lluvias en el año. Las regiones naturales con este tipo de climas tienen en común las temperaturas extremas, pero se diferencian entre sí por tener escasas o muy escasas precipitaciones (CNA, 2015).

Según la clasificación climática de Köppen, modificada por Enriqueta García para las condiciones la República Mexicana, el clima del AMM se ve influenciado por los factores de montañas, cerros y planicies lo cual da origen a diversos tipos de climas, como son:

BSohw: Grupo Clima Seco, Tipo Clima Seco, Subtipo Secos Semicalidos, con lluvias en verano, %porcentaje de precipitación invernal entre 5 y 10.2 invierno fresco.

BSo(h')hw: Grupo Clima Seco, Tipo Climas Seco, Subtipo Secos muy cálidos y cálidos, lluvias de verano, % de precipitación invernal entre 5 y 10.2 cálido.

BS1(h')hw: Grupo Clima Seco, Tipo Clima Semiseco, Subtipo Semiseco muy cálidos y cálidos, lluvias de verano, % de precipitación invernal entre 5 y 10.2 cálido.

Esto se debe principalmente a la diferencia de altitudes en la sierra que también trae consigo variaciones en la temperatura y la precipitación (Monterrey, 2012).

Las estaciones climatológicas ubicadas dentro de los municipios que actualmente forman el AMM, abarcan diferentes épocas de registro. La estación climatológica Monterrey tiene registros de precipitación desde 1886. Algunos datos como la nubosidad o evaporación, sólo existen para ciertas épocas dentro de los registros generales o para algunas estaciones (CNA, 2014).

Temperatura

La estación más importante en el AMM es la estación No. 19-030 Monterrey que se localiza a una Latitud Norte de 25°40'58" y una Longitud Oeste de 100°16'18" en una altitud de 500 msnm; La temperatura promedio de 1921 a 2014 es de 22.3°C, la temperatura promedio del año más frío es de 20.5°C y la temperatura promedio del año más caluroso es de 24.7°C (INEGI, 2015).

La temperatura media mensual más alta de 1921 a 2014 se presentó en el mes de julio con 28.2°C; y la media mensual más baja se presentó en el mes de enero con 14.6°C (INEGI 2015).

El año más frío se presentó en 1966 y la temperatura más baja se presentó en el mes de Enero con 10.5°C en promedio (INEGI 2015).

El año más caluroso que se ha presentado es en el 2011 con una temperatura promedio de 31.3°C en el mes de agosto (INEGI 2015).

Las temperaturas más extremas se presentaron en el año 2014, el día más frío presentó una temperatura de -1.5°C el 29 de enero. El día más caluroso fue el 27 de abril con 41.5°C,

aunque en el mes de julio los días 20, 30 y 31 presentaron una temperatura de 40°C (INEGI 2015).

Precipitación

La precipitación promedio anual de 1886 a 2014 es de 584.4 mm, la precipitación promedio del año más seco es de 147.4 mm/año y la precipitación promedio del año más lluvioso es de 1,370.1 mm/año (INEGI 2015).

La precipitación promedio mensual más alta de 1886 a 2014 es de 149.6 mm en el mes de septiembre y la más baja es de 15.2 mm en el mes de enero (INEGI 2015).

El año más seco que se ha presentado es el de 1888 donde la precipitación más baja fue en el mes de julio con 1.1mm y el año más lluvioso que se ha presentado es el de 2010 y el mes con más precipitación fue en septiembre con 319.8 mm (INEGI 2015).

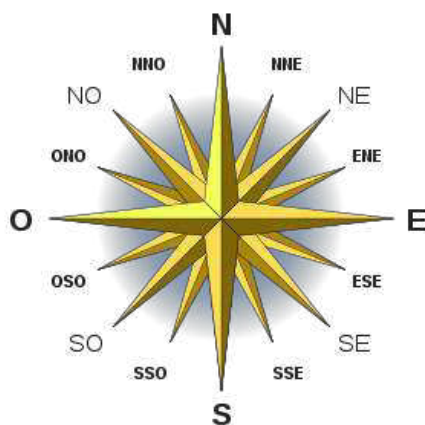
2.4 Rosa de Vientos del Área Metropolitana de Monterrey

La rosa de los vientos también llamada rosa náutica, es un instrumento marino usado en las cartas de navegación que se utiliza para representar la circunferencia del horizonte mediante el uso de 32 rumbos unidos por sus extremos. Frecuentemente también se puede ver en el mismo instrumento una flor de lis, que se utiliza para representar el norte. Es común ver también representado un esquema que simboliza el posible rumbo y magnitud de los vientos (García, 2002).

En la figura 2.1 se puede apreciar la Rosa de Vientos, es un instrumento que tiene varias divisiones o partes, las cuatro principales son los puntos cardinales: norte, sur, este y oeste. La recta que conecta los puntos norte y sur se llama meridiano o línea norte-sur, la línea que une el este y el oeste se llama línea este-oeste. Como resultado de las bisectrices de los ángulos rectos representados en la rosa de los vientos se observan ocho nuevas divisiones que son: noreste, sureste, suroeste y noroeste. Si se dividen nuevamente estos rumbos se obtendrán ocho nuevos sectores que son: nor-noroeste, este-noreste, este-sureste, sur-sureste, sur-suroeste, oeste-suroeste, oeste-noreste y norte-noroeste (García, 2002). Estos

ocho nuevos puntos se llaman rumbos colaterales y se sitúan entre los puntos cardinales y los puntos laterales. Sus nombres se obtienen de combinar el punto cardinal más cercano con el punto lateral más cercano. Es así que llamamos nor-noroeste al punto situado entre el norte y el noroeste.

Figura 2.1 Rosa de los vientos



Fuente: Elaboración propia

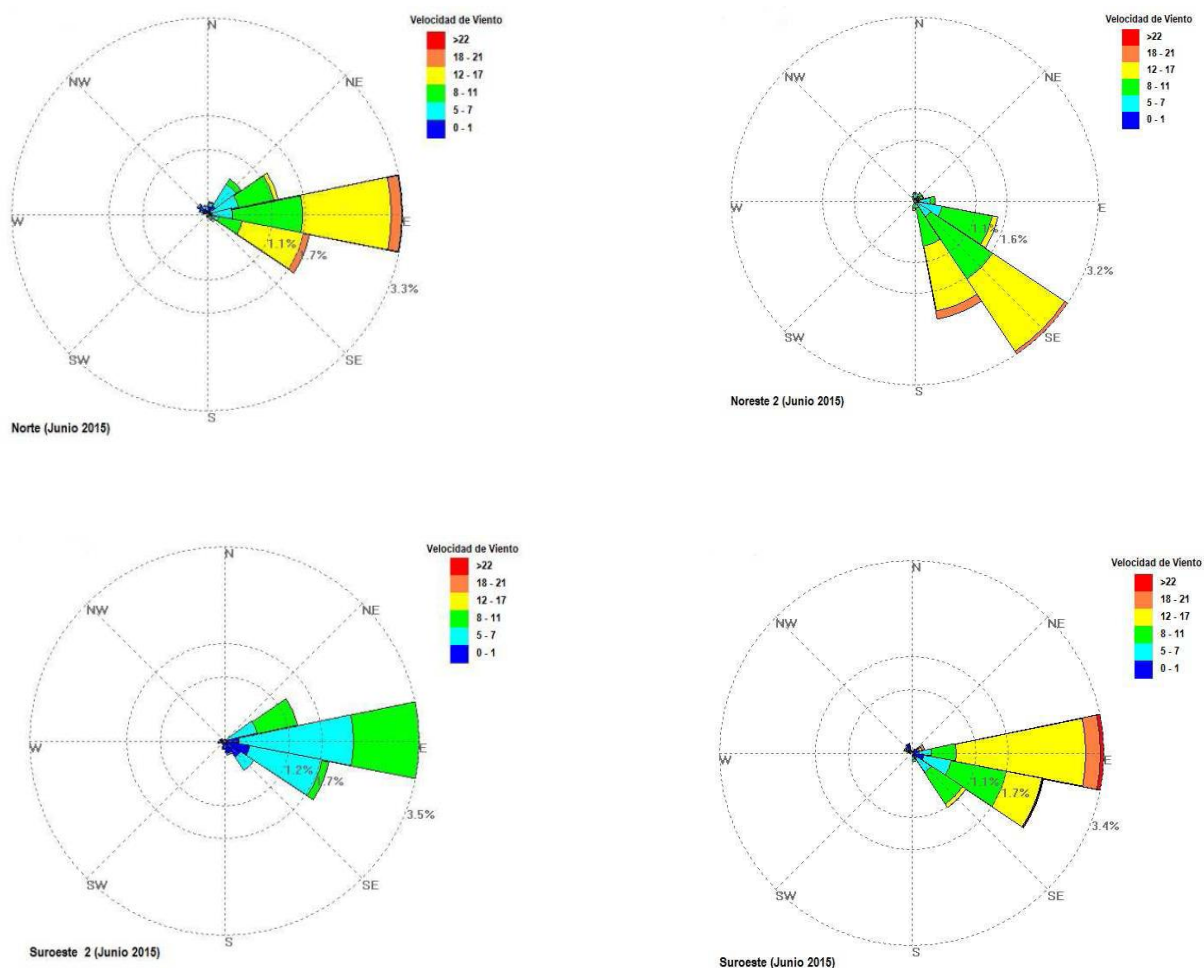
El viento es un factor importante en la variación de la temperatura. En áreas en donde los vientos proceden predominantemente de zonas húmedas u oceánicas, la excursión de temperaturas es generalmente pequeña, por otro lado, se observan cambios pronunciados cuando los vientos dominantes soplan desde regiones áridas, desérticas o continentales (Desarrollo Sustentable, 2015).

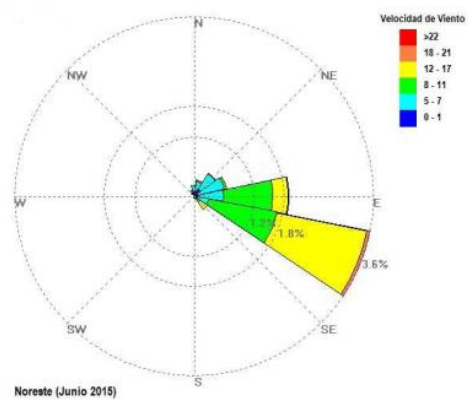
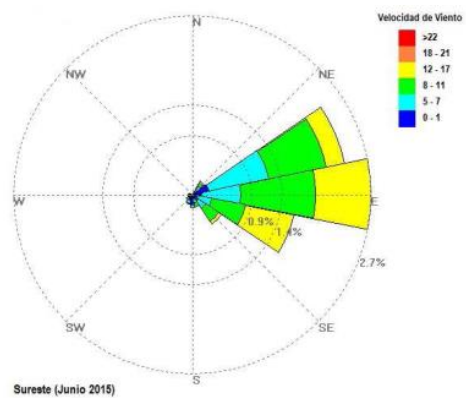
La dirección predominante que presenta el viento en el AMM es de 90° azimutes, es decir, de este a oeste. Sin embargo durante los meses de invierno, cuando se presentan masas de aire frío, los vientos provienen del norte y noroeste, lo que ocasiona que las fuentes de partículas localizadas al poniente del AMM impacten en las concentraciones de partículas menores a 10 micras. También se ha detectado una disminución de velocidad del viento en época invernal (Ecología/NuevoLeón, INE, & SEMARNAT, 1997).

La velocidad de los vientos disminuye considerablemente durante los meses de invierno, lo que ocasiona que se genere una mayor acumulación de contaminantes. En la zona centro los fenómenos de dispersión son lentos. Esto se explica por el hecho de que, debido a su situación geográfica, la zona centro es la que registra menores velocidades de viento. Los episodios con índices máximos de contaminación se preentan siempre bajo condiciones de baja velocidad del viento y la presencia de alta estabilidad atmosférica (Ecología/NuevoLeón, INE, & SEMARNAT, 1997).

En la figura 2.2 se aprecia las rosas de viento que el SIMA reporto para el AMM en el mes de junio de 2015, en las cuales podemos apreciar que los vientos dominantes provienen del este y sureste.

Figura 2.2 Rosa de vientos para el Área Metropolitana de Monterrey





Fuente: SIMA 2015

CAPÍTULO III: CONTAMINACIÓN DEL AIRE

En este capítulo se describe el concepto de contaminación del aire, empezando con una breve descripción de la atmosfera terrestre con la finalidad de ubicarnos en el contexto tratado; se hace una descripción de las fuentes y los efectos de los contaminantes del aire, las normas aplicables para su control y finalmente se hace una descripción de cómo funciona el sistema de monitoreo ambiental en el AMM.

3.1 La atmosfera terrestre.

La atmósfera es la capa gaseosa que rodea nuestro planeta bajo la acción de la gravedad, su formación se inicio hace unos 4,600 millones de años con el nacimiento de la Tierra. Originalmente la atmósfera estaba formada por vapor de agua, dióxido de carbono y nitrógeno, así como cantidades traza de hidrógeno y monóxido de carbono. Dado que no existía oxígeno era una atmósfera ligeramente reductora. Hasta hace unos 2,500 o 2000 millones de años la actividad fotosintética de los seres vivo introdujo el oxígeno y ozono a la atmósfera y desde hace unos 1000 millones de años llegó a ser una composición similar a la actual (Enkerlin, 1977).

La atmósfera tiene una gran importancia en los ciclos biogeoquímicos, pues controla el clima y el ambiente en que se desarrollan los seres vivos; las sustancias químicas son cicladas a través de complejas vías entre el subsistema físico y el subsistema biológico y las convierten en nutrientes por medio de una combinación de procesos biológicos, geológicos y químicos que en conjunto son llamados ciclos biogeoquímicos. La importancia de los ciclos biogeoquímicos es que al ciclar las sustancias las renuevan, purifican y conservan y definen la productividad y sustentabilidad de los ecosistemas (Alfaro, Limón, Martínez & Tijerina, 2009).

La atmósfera no es una estructura rígida e inmóvil, ya que en ella se producen constantes proceso y cambios llamados meteoros dando como resultado el tiempo atmosférico como lluvia, nubes, sol, nieve, granizo, etc.

La atmósfera está compuesta por una serie de capas que cambian sus propiedades de acuerdo a la altura hasta desaparecer. La exosfera es la capa más externa de la tierra, en ella los gases disminuyen con la altura, esta capa tiene un espesor de 500 a 2000 km. La termosfera tiene un espesor de 800 a 500 km, los gases que forman la termosfera están ionizados, por eso rebotan en ella las ondas de radio y televisión haciendo posible las telecomunicaciones, aquí la temperatura aumenta con la altura. La mesosfera es la capa intermedia de la atmósfera y tiene un espesor de 50 a 80 km, en ella la temperatura disminuye hasta 100 grados bajo cero. La estratosfera tiene un espesor de 10 a 50 km en ella se encuentra la capa de ozono que protege a la tierra de la radiación ultravioleta, en ella la temperatura aumenta con la altura (PNUMA, 2015)

La troposfera es la capa inferior de la atmósfera, tiene un espesor de 0 a 10 km aunque depende de la posición en que nos encontremos y de la estación del año, más alta en verano y mucho más estrecha en invierno. Todos los fenómenos meteorológicos ocurren dentro de la troposfera. La temperatura y el contenido de vapor de agua de la troposfera disminuyen rápidamente con la altura. El vapor de agua tiene una gran importancia en la regulación de la temperatura del aire, debido a que absorbe la energía solar y las radiaciones térmicas (Alfaro et al., 2009).

3.2 Fuentes y efectos de la contaminación del aire

La contaminación del aire ha sido un problema de salud pública desde el descubrimiento del fuego. En la antigüedad, las personas encendían fogatas en sus cuevas y cabañas y frecuentemente contaminaban el aire con humo nocivo. El filósofo romano Séneca escribió sobre el “aire cargado de Roma” en el año 61 a.C. y en 1272 el Rey Eduardo I de Inglaterra trató de despejar el ambiente lleno de humo sobre Londres al prohibir el uso del carbón marítimo (Wark y Warner, 1990).

El origen de los problemas de contaminación atmosférica se remonta al siglo XVIII con el nacimiento de la revolución industrial en Inglaterra. Con la industrialización las actividades agrícolas manuales disminuyeron y las poblaciones se desplazaron de las zonas rurales a las grandes urbes. Para su producción, las fábricas requerían grandes cantidades de energía que se obtenían mediante la quema de combustibles fósiles en plantas estacionarias de generación de energía. A finales del siglo XVIII comenzaron a extenderse las áreas urbanas, y aumentó la dependencia del campo para obtener alimentos por lo que fue necesario aumentar la capacidad de producción y almacenamiento de los alimentos tomando así la agricultura un carácter industrial (Romero, Diego y Álvarez, 2006).

El desarrollo industrial aceleró la emisión de contaminantes a la atmósfera de grandes cantidades de sustancias gaseosas, humos y partículas procedentes de la extracción y uso de combustibles fósiles para obtener energía y uso del transporte; así, en los primeros años del siglo XIX la contaminación atmosférica causada por las industrias se identifica como un problema, ocasionado principalmente por la generación de energía (Yací A, Kjellstrom T, Theo Kok.T, Gui.T., 2002).

En diciembre de 1952, Londres fue invadida por una niebla asociada a un régimen anticiclónico y a una inversión térmica. Debido a las bajas temperaturas los calefactores estuvieron funcionando en forma constante y aunado a las condiciones meteorológicas ocasionó que la nube de humo persistiera sobre la ciudad durante varios días. Se produjeron 2,851 muertes más de las previstas en sólo 9 días y a la semana siguiente se reportaron 1225 fallecimientos. En 1956 la niebla que envolvió a la ciudad durante 18 horas causó 1000 muertes más de las previstas (Romero et al., 2006).

Otro detonante de la contaminación atmosférica fue la intensificación uso del automóvil y la calidad del aire empeoró de tal manera que con el tiempo se presentaron episodios importantes de salud pública en las grandes ciudades como Londres, Los Ángeles y la Ciudad de México (Alfaro et al., 2009).

En la actualidad las actividades de los seres humanos han modificado significativamente la composición química de la atmósfera, lo cual se refleja en efectos biogeoquímicos y biofísicos, que a su vez repercuten en cambios en el sistema climático y en los ecosistemas tales como, el aumento del contenido de dióxido de carbono o metano intensifican el efecto invernadero y la emisión a la atmósfera de compuestos clorofluorocarbonados causan la degradación de la capa de ozono en la estratósfera.

Para el caso del AMM se cuenta con un inventario de emisiones por parte de la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno de Nuevo León y las fuentes de emisiones caen dentro de las siguientes categorías (Gobierno de Nuevo León 2008):

Fuentes fijas: Son los establecimientos industriales o comerciales que generan emisiones de contaminantes del aire a través de chimeneas o en forma fugitiva y cuya estimación de emisiones se efectúa en forma individual.

Fuentes de área: En esta categoría se incluyen establecimientos industriales y comerciales de diversos giros, cuyas emisiones se estiman en forma colectiva, asimismo se incluyen otras actividades comerciales, de servicios y domésticas.

Fuentes móviles: Corresponden a las emisiones generadas por los vehículos automotores que circulan por las vialidades y carreteras dentro de la mancha urbana del AMM.

Fuentes móviles no carreteras: En esta categoría se encuentran los equipos y maquinaria de construcción y tractores agrícolas.

Fuentes naturales: Son aquéllas que emiten contaminantes atmosféricos que no se generan directamente por las actividades humanas. Entre éstas se incluyen las emisiones provenientes de la vegetación y los suelos. Adicionalmente en esta categoría se incluyen las emisiones de partículas de origen eólico sobre suelos erosionados.

En el AMM se mide la calidad del aire en base a los contaminantes criterios, el término de contaminante criterio se refiere a sustancias representativas de los contaminantes que se

emiten en áreas industriales o urbanas, identificándose éstos como perjudiciales para la salud y bienestar de los seres humanos (SEMARNAT, 2008).

El monitoreo continuo de dichos contaminantes sirve para determinar la calidad del aire en una zona a partir de su comparación contra los niveles permisibles establecidos para proteger la salud y bienestar de la población; asimismo, el registro histórico de los datos validados de calidad del aire permite elaborar el diagnóstico sobre tendencias y evolución de los contaminantes a lo largo del tiempo y su comportamiento espacial.

El concepto de contaminantes criterio fue adoptado en varios países, incluyendo México, y actualmente comprende principalmente las partículas suspendidas menores a 10 micrómetros (PM_{10}) y menores a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$), el ozono (O_3), el bióxido de azufre (SO_2), el bióxido de nitrógeno (NO_2) y el monóxido de carbono (CO) (SEMARNAT, 2008).

Los problemas ambientales relacionados con la atmósfera son muy complejos y se reflejan en los ciclos biogeoquímicos lo cual puede llegar a provocar reacciones de consecuencias drásticas para la biosfera. Los diferentes contaminantes emitidos a la atmósfera tienen tiempos de permanencia muy diferentes y pueden ser transportados a grandes distancias y su impacto en el ambiente es muy variado. Los contaminantes que tienen tiempos de permanencia corto afectan a la calidad del aire local y regional, los que tienen tiempos de permanencia de semanas o meses provoca problemas continentales y aquellos contaminantes que tienen tiempos de permanencia de años propician problemas globales (Alfaro et al., 2009).

Los efectos de alcance local de la contaminación del aire se reflejan en daños a la salud humana, olores desagradables, pérdida de visibilidad y daños a los cultivos y otras formas de vegetación, así como daños en materiales de construcción. Según la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado de Nuevo León, los contaminantes criterio y que son medidos por medio del SIMA, tienen los siguientes efectos sobre la salud humana:

Partículas suspendidas con diámetro aerodinámico menor a 10 micrómetros (PM_{10}) también conocidas como partículas “respirables” y menor a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$) también

conocidas como partículas “finas”. Sus fuentes antropogénicas son los automóviles, calentadores domésticos, termoeléctricas, etc., y sus fuentes naturales incluyen los incendios y la suspensión del polvo. Las partículas pueden ser emitidas directamente de la fuente o formarse en la atmósfera. Las PM_{10} se han asociado con el aumento de síntomas de enfermedades respiratorias, reducción de la función pulmonar, agravamiento del asma y muertes prematuras por afecciones respiratorias y cardiovasculares.

Ozono (O_3): gas altamente reactivo, incoloro y con olor penetrante. Es el principal compuesto químico en el smog fotoquímico. Ocurre naturalmente en la capa de ozono estratosférica (15 a 20 Km, snm). En la troposfera, el ozono se forma cuando los COVs y NO_x , que vienen principalmente de emisiones vehiculares, reaccionan con la presencia de la luz solar. La exposición al ozono está asociada con reducciones en la función pulmonar; síntomas respiratorios como tos, flemas, sibilancias y el agravamiento del asma. Además, el ozono también tiene efectos adversos en la vegetación y en los materiales de los edificios.

Monóxido de Carbono (CO): gas incoloro e inodoro. Es producido por la quema incompleta de combustibles. Los automóviles son la principal fuente de emisión. Se combina con la hemoglobina en el torrente sanguíneo para reducir el flujo de oxígeno en los órganos y tejidos del cuerpo. El CO puede afectar funciones mentales y el estado de alerta aun en exposición a bajas concentraciones.

Bióxido de azufre (SO_2): gas reactivo, incoloro y con olor acre; es uno de los óxidos de azufre que juega un papel importante en la formación de lluvia ácida y partículas secundarias. Se forma durante la quema de combustibles que contienen azufre. Es un irritante para los ojos, nariz y garganta y agrava los síntomas del asma y la bronquitis. La exposición prolongada al bióxido de azufre reduce el funcionamiento pulmonar y causa enfermedades respiratorias.

Bióxido de nitrógeno (NO_2): gas de color café altamente reactivo; es uno de los óxidos de nitrógeno que juega un papel importante en la formación del smog fotoquímico y partículas secundarias. Sus principales fuentes de emisión son los automóviles, la industria y las plantas de generación de energía. La exposición aguda al NO_2 puede incrementar las enfermedades

respiratorias, especialmente en niños y personas asmáticas. La exposición crónica a este contaminante puede disminuir las defensas contra las infecciones respiratorias.

3.3 Normas de la calidad del aire en México

El aire es un elemento esencial para la vida de todos los seres vivos que habitamos el planeta y está compuesto en porcentaje de volumen de aire seco, por los gases: nitrógeno en un 78%, oxígeno en un 21% y gases inertes en un 1%, que se mantienen virtualmente constantes en todo el planeta. Además de estos gases presentes en forma permanente, también están otros gases que varían en su concentración dependiendo de las características de los ecosistemas y de las condiciones climatológicas. Entre ellos, se encuentran el vapor de agua (H_2O), que puede variar entre 0 a 4 %; el dióxido de carbono (CO_2) que tiene una concentración media global de 0.035%; y los gases llamados traza, que incluyen al metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), ozono (O_3), material particulado (PM) y clorofluorocarbonos (CFC) que en conjunto poseen menos de 0.00017% por volumen de aire seco en la atmósfera (Turk, Turk y Wittes, 1973).

Generalmente cuando se habla de contaminación del aire se refiere a la contaminación generada por las actividades del hombre. Se puede considerar como contaminante toda sustancia que cambia las condiciones naturales de la atmósfera y que produce un efecto perjudicial en el ambiente y la salud de la población (SEMARNAT 2008). El grado de contaminación del aire en un área poblada se evalúa mediante índices que califican la calidad del aire que respiramos.

Los contaminantes se pueden agrupar en dos grandes grupos, dependiendo su origen de emisión como los automóviles, las industrias o si se han formado en la atmósfera (Alfaro, et al 2009). Así tenemos:

Contaminantes primarios. Aquellos procedentes directamente de las fuentes de emisión, por ejemplo: plomo (Pb), monóxido de carbono (CO), óxidos de azufre (SO_x), óxidos de nitrógeno (NO_x), hidrocarburos (HC), material particulado, entre otros.

Contaminantes secundarios. Aquellos originados en el aire por la interacción entre dos o más contaminantes primarios, o por sus reacciones con los componentes naturales de la atmósfera. Por ejemplo: ozono (O_3), peroxiacetil-nitrato (PAN), hidrocarburos (HC), sulfatos (SO_4), nitratos (NO_3), ácido sulfúrico (H_2SO_4), material particulado (PM) , entre otros.

El monitoreo continuo de dichos contaminantes sirve para determinar la calidad del aire en una zona a partir de su comparación contra los niveles permisibles establecidos para proteger la salud y bienestar de la población.

Las normas de calidad del aire constituyen el elemento esencial para la evaluación, prevención y control de la contaminación atmosférica; dichas normas establecen los niveles o umbrales de concentración de contaminantes bajo los cuales se considera que no se presentan efectos adversos y significativos en la salud de la población.

En México, el gobierno federal, por conducto de la Secretaría de Salud, es el responsable de emitir y actualizar los límites permisibles de concentración de contaminantes a través de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), las cuales deben sujetarse a los lineamientos previstos por la Ley Federal de Metrología y Normalización (LFMyN). En seguida se enuncian las NOM que dan origen a dichos valores:

Ozono. Norma Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-1993. "Salud ambiental. Valor límite permisible para la concentración de ozono (O_3) en el aire ambiente y criterios para su evaluación" (DOF, 19 agosto 2014).

Monóxido de carbono. Norma Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-1993. "Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO). Valor permisible para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población" (DOF, 23 diciembre 1994).

Bióxido de azufre. Norma Oficial Mexicana NOM-022-SSA1-2010. "Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al bióxido de azufre (SO_2). Valor normado para la concentración de bióxido de azufre (SO_2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población" (DOF, 8 septiembre 2010).

Bióxido de nitrógeno. Norma Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993. "Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al bióxido de nitrógeno (NO₂). Valor normado para la concentración de bióxido de nitrógeno (NO₂) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población"(DOF, 23 diciembre 1994).

Partículas (PST, PM₁₀ y PM_{2.5}). Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-1993. "Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto a las partículas menores de 10 micras (PM₁₀). Valor permisible para la concentración de partículas menores de 10 micras (PM₁₀) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población" (DOF, 20 agosto 2014).

Las normas de calidad del aire establecen las concentraciones máximas de contaminantes en el ambiente que no deben ser excedidas con determinada frecuencia a fin de garantizar la salud de la población. Los límites permisibles especificados en las normas consideran para su cálculo y para la evaluación del cumplimiento, la concentración en un tiempo promedio (concentración y tiempo promedio) y el número de veces que se pueden exceder la concentración de un contaminante en el ambiente en un año (frecuencia máxima aceptable), esto aplica, tanto para la exposición aguda (población en general) como para la exposición crónica (población más vulnerable) (INECC, 2015).

En general, las normas de calidad del aire se establecen con base en los resultados de estudios toxicológicos y epidemiológicos que evalúan la relación entre la exposición a un contaminante y sus efectos en la salud, cuando existen concentraciones abajo del cual no se identifican efectos en la salud, se toma esa concentración como el límite permisible (OMS, 2014)

En la siguiente tabla se presentan los valores normados vigentes para los contaminantes criterio en el territorio nacional y podemos observar que algunos contaminantes tienen menos concentración en un tiempo promedio que otros y es por el efecto que tiene cada uno sobre la salud de la población.

Tabla 3.1 Normas de calidad del aire vigentes en México.

Contaminante	Norma	Valores de concentración máxima		
		Exposición aguda		Exposición crónica*
		Concentración y tiempo promedio	Frecuencia máxima aceptable	Concentración y tiempo promedio
Ozono (O ₃)	NOM-020-SSA1-2014	0.095 ppm (1 hora) (216 µg/m ³)	No se permite ¹	NA
		0.070 ppm (8 horas)	Cuatro veces en un año	NA
Monóxido de carbono (CO)	NOM-021-SSA1-1993	11.0 ppm (8 horas) (12.595 µg/m ³)	Una vez al año	NA
Bióxido de azufre (SO ₂)	NOM-022-SSA1-2010	0.11 ppm (24 horas) (288 µg/m ³)	Una vez al año	0.025 ppm (66 µg/m ³) (media aritmética anual)
		0.200 ppm (8 horas) (524 µg/m ³)	Una vez al año	
Bióxido de nitrógeno (NO ₂)	NOM-023-SSA1-1993	0.21 ppm (1 hora)	Una vez al año	NA
Partículas menores de 10 micrómetros. fracción gruesa (PM ₁₀)	NOM-025-SSA1-2014	75 µg/m ³ (24 horas)	No se permite	40 µg/m ³ (media aritmética anual)
Partículas menores de 2.5 micrómetros. fracción fina (PM _{2.5})	NOM-025-SSAI-2014	45 µg/m ³ (24 horas)	No se permite	12 µg/m ³ (media aritmética anual)

Fuente: Elaboración propia en base a los valores publicados en el Diario Oficial de la Federación 1994, 2005, 2010 y 2014.

NORMA Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2014, Salud ambiental. Valores límite permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM₁₀ y PM_{2.5} en el aire ambiente y criterios para su evaluación.

NORMA Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-2014. Valor límite permisible para la concentración de ozono (O₃) en el aire ambiente y criterios para su evaluación.

NORMA Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO).

NORMA Oficial Mexicana NOM-022-SSA1-2010, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al dióxido de azufre (SO₂).

NORMA Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de nitrógeno (NO₂).

NOTAS:

- ppm: partes por millón.
- µg/m³: microgramos por metro cúbico.
- NA: No aplica.
- (*) Para protección de la salud de la población susceptible.
- 1 De acuerdo a la modificación a la norma de ozono en el año 2002.

3.4 Monitoreo atmosférico en el Área Metropolitana de Monterrey

Los estudios realizados para conocer el deterioro atmosférico y su efecto en la salud de los habitantes del Distrito Federal a finales de la década de los 50, obligaron a las autoridades federales a medir la calidad del aire en la Ciudad de México así como en otros grandes centros urbanos. En agosto de 1967, la Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA) instaló y empezó a operar la primera red de monitoreo con apoyo de la OPS/OMS conocida como Red Panamericana de Muestreo Normalizado en la ciudad de México. Entre los años 1970 y 1972 se iniciaron las actividades de monitoreo en las ciudades de Monterrey, N.L., Juárez, Chihuahua y Guadalajara Jal., con la instalación de equipo manual para el monitoreo de Partículas Suspendidas Totales (PST) (INECC, 2014).

El monitoreo atmosférico en la Ciudad de Monterrey inició en 1970 mediante una red manual con 12 muestreadores de alto volumen para PST que estuvo operando hasta 1992, cuando se desactivó como consecuencia de la falta de recursos y del desmantelamiento de la infraestructura técnico-administrativa (Gobierno del Estado de nuevo León, 1997).

En 1992 el Gobierno del Estado adquirió los componentes de una red automática de monitoreo atmosférico con 5 estaciones configuradas para la medición de bióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, ozono, partículas suspendidas finas y meteorología, la cual fue operada por la Dirección de Planeación de la Subsecretaría de Ecología y hoy en día por el Sistema de Monitoreo Ambiental, SIMA, que forma parte de la Dirección de Mejoramiento Ambiental de la Agencia de Protección al Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Nuevo León (Gobierno del Estado de Nuevo León, 1997).

Asimismo, es importante hacer mención que los equipos de monitoreo fueron renovados en junio de 2003 (Gobierno del Estado de Nuevo León, 2008).

En 2009, el SIMA amplió la cobertura de medición de la calidad del aire, con la inclusión de dos nuevas estaciones de monitoreo, Escobedo y García (Gobierno del Estado de Nuevo León, 2014).

En Junio de 2011 se continuó con la ampliación de la red agregando una nueva estación de monitoreo, en el municipio de Apodaca (Gobierno del Estado de Nuevo León, 2014).

En Agosto de 2012 se agrega una estación más al Sistema de Monitoreo, en el municipio de Juárez Nuevo León, Sureste 2 (Gobierno del Estado de Nuevo León, 2014).

Actualmente el SIMA funciona a través de una red de monitoreo ambiental integrada por 13 estaciones fijas, 2 unidades móviles y 5 muestreadores de alto volumen (Gobierno del Estado de Nuevo León, 2018).

Tabla 3.2 Estaciones de Monitoreo del SIMA

Estación	Municipio	Descripción de la zona de ubicación
Sureste (SE)	Guadalupe (La Pastora)	Localizada a favor del viento en un área altamente poblada.
Noreste (NE)	San Nicolás de los Garza	Localizada en un área altamente poblada, permitiendo determinar los índices de contaminación atmosférica en la parte norte.
Centro (CE)	Monterrey (Obispado)	Mide impactos del tráfico y la mezcla de los contaminantes de la mayoría de las fuentes industriales.
Noroeste (NO)	Monterrey (San Bernabé)	Localizada a favor del viento de salida, en un área de alta concentración de población, al oeste de las fuentes industriales y de tráfico.
Suroeste(SO)	Santa Catarina	Localizada a favor del viento de la mayoría de las fuentes industriales de Monterrey, San Pedro Garza García y Santa Catarina.
Noroeste 2 (NO2)	García	Localizada a favor del viento de la mayoría de las fuentes industriales del municipio de García, en un área de alta concentración de población.
Norte (N)	General Escobedo	Localizada dentro de un área de concentración poblacional, monitorea la contaminación de fuentes fijas y móviles de la zona norte del AMM.
Noreste 2 (NE2)	Apodaca	Localizada en el centro de la ciudad de Apodaca, principalmente una zona habitacional y comercial, rodeada por zona industrial.
Sureste 2 (SE2)	Juárez	Localizada en el centro de Juárez, predomina zona habitacional.
Suroeste 2 (SO2)	San Pedro Garza García	Localizada en área residencial, rodeada por áreas verdes y zonas desprovistas de vegetación.
Sureste 3	Cadereyta	Localizada en zona habitacional
Sur	Pueblo Serena	Localizada en zona habitacional y comercial
Norte 2	Universidad	Localizada en ciudad Universitaria (UANL)

Fuente: Elaboración propia en base a la información del SIMA 2018

Para la localización exacta de las estaciones de monitoreo se tomaron en cuenta varios factores tales como: el tamaño del área a monitorear, la metodología local, la concentración

humana, la topografía de la zona, la dispersión de contaminantes y las condiciones representativas de escalas para el objetivo específico de la red de monitoreo; se tomo en cuenta también los estudios meteorológicos, los usos de suelo del Área Metropolitana de Monterrey y la densidad poblacional, que fue el factor principal de decisión debido al interés de conocer el impacto de la contaminación atmosférica en la salud (Gobierno del Estado de Nuevo León, 1997).

Estación Sureste (La Pastora). Ubicada en el parque La Pastora en Guadalupe, N.L, en las coordenadas geográficas 25°40' 06" Norte, 100°14' 54" Oeste a una altura de 490 msnm (metros sobre el nivel del mar). Esta estación está localizada a favor del viento de un limitado corredor industrial en un área altamente poblada al sureste de la ciudad.

Estación Noreste (San Nicolás). Ubicada en la colonia Unidad Laboral en San Nicolás de los Garza, N.L., en las coordenadas geográficas 25°44' 42" Norte, 100°15' 17" Oeste, a una altura de 500 msnm (metros sobre el nivel del mar). Esta estación está localizada en un área altamente poblada, permitiendo determinar los índices de contaminación atmosférica en la parte Norte del AMM.

Estación Centro (Obispado). Ubicada en los patios de Agua y Drenaje de Monterrey en el área del Obispado. Sus coordenadas geográficas son 25°40' 32" Norte, 100°20' 18" Oeste, a una altura de 556 msnm (metros sobre el nivel del mar). Esta estación fue ubicada, principalmente, para monitorear la contaminación de fuentes fijas y móviles en el Centro del AMM para medir impactos del tráfico y la mezcla de los contaminantes de la mayoría de las fuentes industriales.

Estación Noroeste (San Bernabé). Ubicada en los talleres de Metrorrey en la Col. San Bernabé, Monterrey, N.L., en las coordenadas geográficas 25°45' 11" Norte, 100°22' 11" Oeste, a una altura de 554 msnm (metros sobre el nivel del mar). Esta estación está localizada a favor del viento de salida, en un área de alta concentración de población, al Oeste de la mayoría de las fuentes industriales y del tráfico del AMM.

Estación Suroeste (Santa Catarina). Ubicada en el centro de Santa Catarina, N.L., en las coordenadas geográficas 25°40' 30" Norte , 100°27' 30" Oeste, a una altura de 678 msnm (metros sobre el nivel del mar). Esta estación está localizada a favor del viento de la mayoría de las fuentes industriales de Monterrey, San Pedro Garza García y Santa Catarina.

Estación Noroeste 2 (García). Ubicada en las calles Sierra Real y Sierra García en el Fraccionamiento Sierra Real en el municipio de García Nuevo León, en las coordenadas geográficas 25°46'59" Norte, 100°35'09" Oeste, a una altura de 715 msnm (metros sobre el nivel del mar). Esta estación está localizada a favor del viento de la mayoría de las fuentes industriales del municipio de García, en un área de alta concentración de población.

Estación Noroeste (Escobedo). Ubicada en la Av. Unión y Barcelona, Fraccionamiento Santa Luz. Coordenadas: Latitud 25°48'2.43", Longitud 100°20'39.68"

Estación Noreste 2 (Apodaca). Ubicada en Calle Abasolo No. 103, Col. Centro entre Escobedo y Porfirio Díaz. Coordenadas: Latitud 25°46'39.39", Longitud 100°11'17.57".

3.5 Calidad del aire en el Área Metropolitana de Monterrey 2014

En el año 2014 El Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de Nuevo León, a cargo de la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado, Estuvo conformada por la Red de Monitoreo del AMM, la cual está constituida por diez estaciones de monitoreo automático. Dos estaciones se localizan en el municipio de Monterrey y una en cada uno de los siguientes municipios: Apodaca, General Escobedo, García, Juárez, Guadalupe, San Nicolás de los Garza, San Pedro Garza García y Santa Catarina (INEGI, 2015).

En Seguida se presenta el diagnóstico de la calidad del aire en el AMM para el año 2014 tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de la NOM en la materia, el comportamiento temporal de los contaminantes y el número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo.

Evaluación del cumplimiento de normas de calidad del aire

El análisis contiene el cumplimiento de las NOM para cada contaminante en el AMM. Los resultados se presentan para aquellas estaciones de monitoreo donde se produjo información suficiente para hacer tal evaluación.

Material particulado

El límite de 24 hrs de PM₁₀ fue rebasado en seis de las nueve estaciones de monitoreo automático del AMM. En dichas estaciones las concentraciones asociadas al percentil 98 oscilaron entre 128 mg/m³ en la estación San Pedro y 187 mg/m³ en la estación Santa Catarina, dichas concentraciones son equivalentes entre 1.1 y 1.6 veces el valor normado.

El Límite anual de PM₁₀ fue rebasado en todas las estaciones de monitoreo y al igual que en el caso de límite de 24 hrs, la concentración promedio anual más alta se registró en la Estación Santa Catarina, donde dicho valor fue de 88.2 mg/m³, que es equivalente a 1.8 veces el límite establecido en la norma.

Ozono

El límite de una hora de ozono se rebaso en todas las estaciones de monitoreo que midieron este contaminante. Las concentraciones registradas en dichas estaciones oscilan entre 0.135 ppm en la estación obispado y 0-167 ppm en la estación García, que equivalen a 1.2 y 1.5 veces el valor de la norma

El límite de 8 hrs se rebasó en cinco de las ocho estaciones de monitoreo que reportaron datos suficientes para evaluar el cumplimiento de dicho límite. En estas estaciones el quinto máximo registrado oscilo entre 0.081 ppm en la estación Escobedo y 0.097 ppm en las estaciones de García y Santa Catarina.

Dióxido de Azufre

Los valores límites en 8 hrs, 24 hrs y anual de dióxido de azufre se cumplieron en todas las estaciones de monitoreo. En todos los casos las estaciones registradas corresponden a valores que equivalen a menos del 35% al valor límite correspondiente.

Dióxido de nitrógeno

Las concentraciones de dióxido de nitrógeno se mantuvieron por debajo de su límite normado en las cuatro estaciones de monitoreo que reportaron información suficiente para hacer la evaluación de cumplimiento de la norma.

Monóxido de carbono

Las concentraciones de monóxido de carbono se mantuvieron por debajo del límite normado en todas las estaciones de monitoreo. Las concentraciones registradas en todos los casos corresponden a valores que equivalen a menos de la mitad del valor límite correspondiente.

Comportamiento temporal

Las concentraciones horarias de PM₁₀ muestran un pico entre las 9:00 y las 11:00 horas después se mantienen hasta el anochecer. Las PM_{2.5}, por su parte, muestran poca variación a lo largo del día y el ozono tiene el comportamiento característico donde las mayores concentraciones se presentan entre las 12:00 y las 18:00 horas.

El SO₂ muestra una distribución horaria unimodal en que las concentraciones suelen crecer paulatinamente entre las 10:00 y las 19:00 horas, mientras que el NO₂ y el CO muestran dos picos de concentración a lo largo del día los cuales pueden estar vinculados con los patrones de tránsito vehicular.

Comportamiento Mensual

Las partículas (PM₁₀ y PM_{2.5}), el dióxido de azufre, el dióxido de nitrógeno y el monóxido de carbono registraron las concentraciones más bajas en el periodo de mayo – septiembre y las

más altas en el periodo de octubre – abril, destacando en casi todos los casos las altas concentraciones que se presentan en los primeros meses del año especialmente en enero y febrero.

El ozono mostró su comportamiento característico en el que los picos de concentración se presentan predominantemente en el verano como resultado de las condiciones de temperatura y radiación solar de esa temporada del año.

Distribución de días con calidad del aire buena, regular y mala

Material particulado PM₁₀, límite de 24 horas

En todas las estaciones de monitoreo se presentaron días con mala calidad del aire por PM₁₀ siendo las estaciones SO y NE las que con mayor frecuencia presentan esta condición (19% y 11% de los días del año respectivamente). En general, en la mayoría de las estaciones de monitoreo dominan los días con calidad del aire regular sobre los días con calidad del aire buena.

Material particulado PM_{2.5}, límite de 24 horas

En la mayor parte de las estaciones no se contó con información suficiente para generar el indicador correspondiente y con los datos disponibles se pudo observar que predominan los días con buena calidad del aire.

Ozono, Límite de 1 hora

En todas las estaciones de monitoreo se presentaron días con mala calidad del aire por ozono, aún en aquellas estaciones en donde un porcentaje importante de días (entre 60% y 93%) no se produjo información suficiente para generar el indicador.

Dióxido de azufre, límite de 24 horas

Con respecto al dióxido de azufre se observa una clara dominancia de días con buena calidad del aire. Destaca también la necesidad de reducir el número de días con información insuficiente.

Dióxido de carbono, límite de 1 hora

Salvo en la estación de monitoreo No 2, en todas las de más la ocurrencia de días con buena calidad del aire fue superior al 50% y el porcentaje restante, en todos los casos, corresponde a días insuficientes para generar el indicador.

Monóxido de carbono, límite de 8 horas

Prácticamente en la totalidad de los días donde fue posible generar el indicador se registro buena calidad del aire por monóxido de carbono. En este caso también se registraron días en que no fue posible estimar el indicador por insuficiencia de datos, siendo más evidente esta situación en la estación NO2.

Los datos generados por el SIMA en el año 2014 revelan un problema importante de contaminación tanto por PM₁₀ como por ozono; pues no hubo una estación de monitoreo donde se cumplieran los dos límites establecidos en dicha norma. En todas las estaciones se rebasaron tanto el límite anual de PM₁₀ como el límite de 1 hora de ozono.

CAPÍTULO IV: MOVILIDAD URBANA EN EL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY

En este capítulo se describe el uso particular del automóvil, las tendencias actuales, los factores que inciden sobre su uso, los costos asociados a su uso intensivo y las políticas públicas que facilitan su uso. Se describe también la evolución histórica que ha tenido el transporte urbano en el AMM, su impacto sobre el desarrollo urbano, los sistemas de movilidad el AMM y las tendencias de la planificación para la movilidad urbana sostenible.

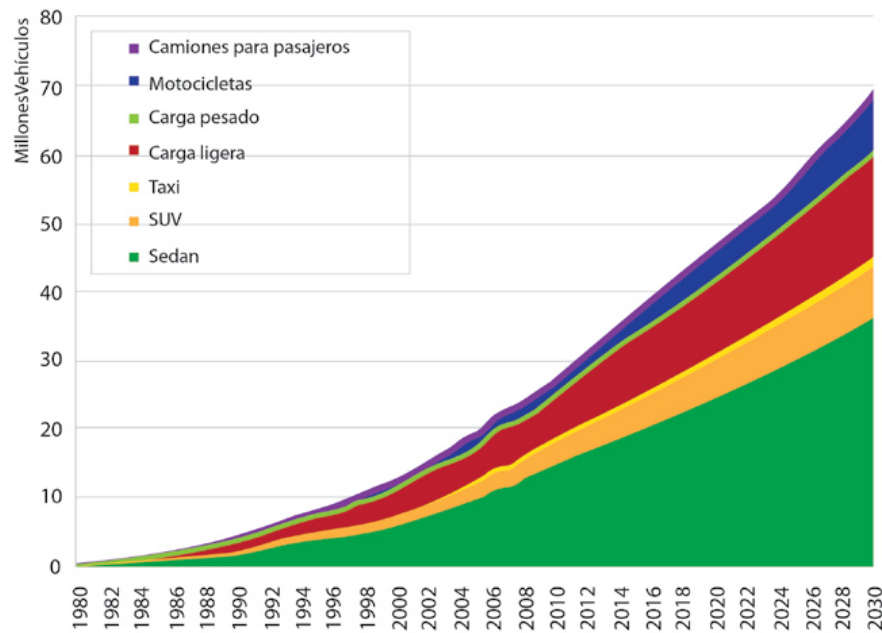
4.1 El uso del automóvil particular

México es un país que se ha urbanizado aceleradamente, pues su población urbana pasó de representar el 42.6% de la población total en 1950 a un 77% de la población total en el 2010, y se estima que la tendencia continuará durante los siguientes años. Las proyecciones indican que en México existirán al menos 49 municipios con más de 5,000 habitantes para el 2020 y para mediados de siglo contará con 20 ciudades con más de un millón de habitantes (Medina, 2012).

Eso se debe a las grandes ventajas sociales que se crean para los habitantes que derivan en una mejor calidad de vida. Uno de los fenómenos ligados a este proceso es el incremento de la propiedad del automóvil y su uso desmedido (INE, 2012). La tendencia actual señala que la tasa de motorización en México es más alta que la vivida en países desarrollados y se alcanzarán niveles de saturación iguales a los países desarrollados con menores ingresos per cápita (INE, 2012).

El crecimiento de la tasa de motorización en México es mayor que la tasa demográfica, en la figura 4.1 se puede apreciar que las estimaciones indican que si la tendencia continúa hacia 2030 podría tenerse una flota vehicular de 70 millones de vehículos, compuestos principalmente por vehículos particulares. Esta situación se presenta sin que México cuente con las mismas políticas de movilidad para cualquier medio de transporte y accesibilidad que diversos países han desarrollado a lo largo de décadas para enfrentar el uso masivo del automóvil (Medina, 2012).

Figura 4.1 Proyección del parque vehicular de México a 2030



Fuente: CTS-Banco Mundial, 2009

Un automóvil será más utilizado mientras más económico resulte su uso por kilómetro recorrido, esto está determinado por los precios y costos necesarios para su uso, siendo los más importantes: el precio de la gasolina, el costo de mantenimiento, costos de estacionamiento, tenencia, peajes, seguros, etc. (Medina, 2012).

El gobierno mexicano ha subsidiado el precio de la gasolina por muchos años, con la finalidad de mantener la estabilidad de precios en el mercado, pero esta política pública tiene efectos negativos sobre el medio ambiente ya que incentiva el uso del automóvil.

Menos directo que el subsidio de la gasolina es el espacio público gratuito para estacionarse, las personas que buscan este tipo de estacionamiento provocan ciertas externalidades negativas tales como congestionamiento al conducir lentamente en busca de lugares disponibles, esto se traduce en pérdida de tiempo, ruido, estrés y contaminación atmosférica.

A estos efectos hay que agregar los costos ambientales, pues al pavimentar espacios para estacionamiento, afecta los servicios ambientales al eliminar elementos naturales como vegetación y suelo orgánico además incrementa los efectos de la isla de calor, aumentan los escurrimientos superficiales de agua al disminuir la capacidad de infiltración.

Otros costos asociados al uso del automóvil son los impuestos anuales y los costos de mantenimiento. En este caso la eliminación de la tenencia es una política pública que incidirá en el mayor uso del automóvil. Lo mismo sucede con la falta de una política de seguro obligatorio para el uso del automóvil pues disminuye el costo de su uso así como la percepción del riesgo del automovilista.

A largo plazo, los costos de mantenimiento pueden ser importantes para el poseedor de un automóvil, pues cuando se encarecen por obsolescencia del vehículo tiende a circular menos y a ser dados de baja. Sin embargo hay factores que favorecen que la vida promedio de los automóviles aumente: mercados informales de refacciones, falta de programas de chatarrización, verificación mecánica obligatoria y verificación de emisiones (Medina, 2012). Cabe destacar que la verificación no ha dado resultados en el Valle de México, así como tampoco el programa hoy no circula ya que este último incentiva a adquirir más automóviles, otro problema son los autos “chocolate”, que desde el 2004 se han importado a nuestro país.

Otro tema relacionado con el aumento del uso del automóvil es la oferta de infraestructura. Cuando se piensa en resolver el problema del tráfico, las soluciones siempre aparecen enfocadas a incrementar la oferta vial para los automóviles; en cómo mejorar las vialidades existentes, donde edificar pasos a desnivel, segundos pisos, nuevas calles y vías más rápidas; estas soluciones están pensadas en función del coche y no resuelven el problema del tráfico solo inducen a incrementar su uso; así al aumentar la oferta de vialidades el tránsito aumenta.

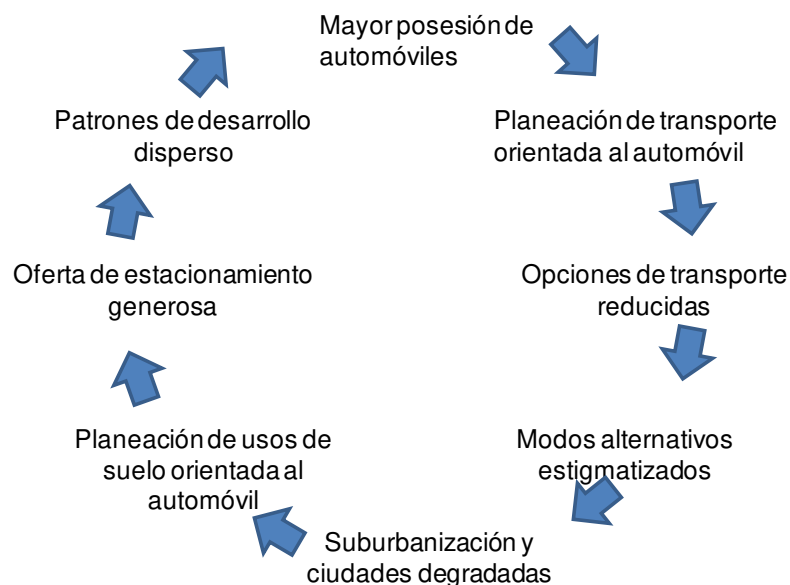
Las leyes y reglamentos de construcción establecen un número mínimo de cajones de estacionamiento dependiendo del tipo de edificación, el área construida, los usos de suelo, uso de la edificación, planes de desarrollo urbano y las medidas de mitigación y compensación de impacto urbano. Estas reglamentaciones representan un incentivo para el

uso del automóvil ya que al contar con espacios suficientes para estacionamiento se deja de fomentar el uso del transporte público.

Es de importancia destacar que los requerimientos mínimos de estacionamiento muchas veces no concuerdan con el modelo de transporte en la ciudad, lo cual causa una saturación vial, ya que la mayoría de las vialidades no tienen la ingeniería o el espacio necesario para soportar la nueva carga vehicular.

El incremento de la flota vehicular ha dado lugar a políticas públicas enfocadas a facilitar el uso del automóvil, lo cual ha resultado en el incremento de la dependencia de dicho modo de transporte. En la figura 4.2 se puede apreciar que a mayor posesión de automóviles se generan mayores problemas de tránsito. Esto crea presión pública para que la planeación urbana sea en función del automóvil, situación que reorienta el gasto público y reduce la opción de otros medios de transporte. Esto a su vez provoca la expansión de las ciudades, reducen la densidad e impulsa la provisión de infraestructura para el automóvil, de tal forma que incrementa la flota vehicular, creando un círculo vicioso en donde cada vez hay más vehículos y se recorren distancias más largas (Medina, 2012).

Figura 4.2 Ciclo de dependencia del automóvil.



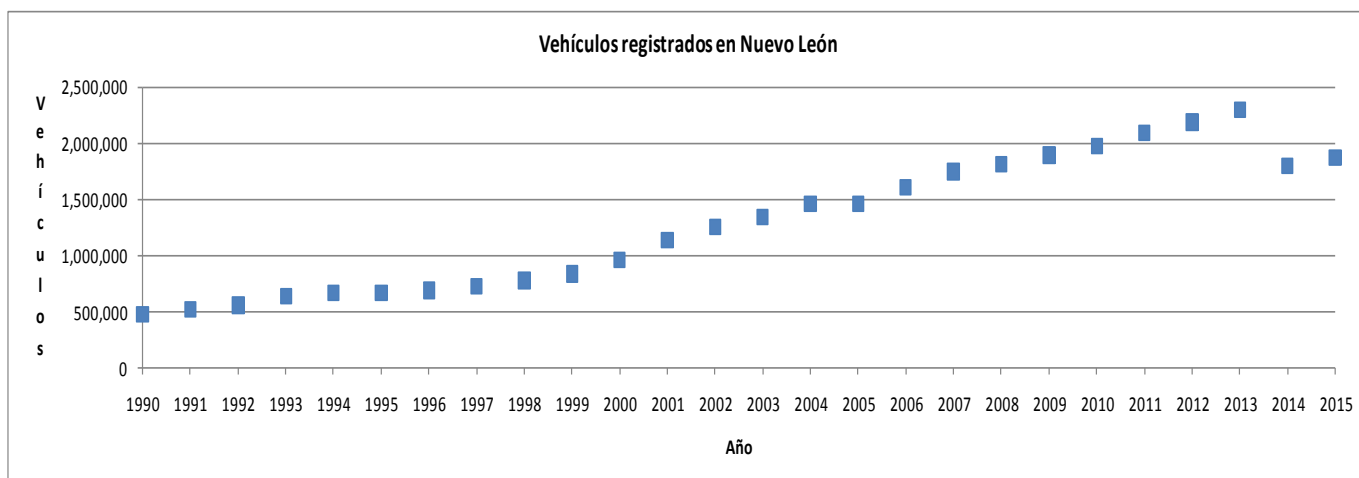
Fuente: Elaboración propia basado en Medina, 2012 y TDM Encyclopedia 2011

En México no se cuenta con estadísticas históricas oficiales de la intensidad del uso del automóvil medido en kilómetros-vehículo recorrido (KVR), a nivel país, ni a nivel de las principales zonas metropolitanas o a niveles locales (Medina, 2012).

Utilizando datos del Instituto Nacional de Ecología (2010) se ha aproximado que el recorrido promedio de vehículo privado a través de su vida útil es de 15,000 kilómetros anuales o 41 kilómetros diarios para el 2005 en todo el país. Esta estimación parte de un modelo de vida útil de un automóvil a partir de datos recolectados de odómetros y sensores móviles (Medina, 2012).

Según estadísticas del INEGI (2017), en Nuevo León el Parque vehicular se ha incrementado considerablemente en comparación con otras ciudades del país a excepción de la Zona Metropolitana del Valle de México.

Figura 4.3 Vehículos registrados en Nuevo León.

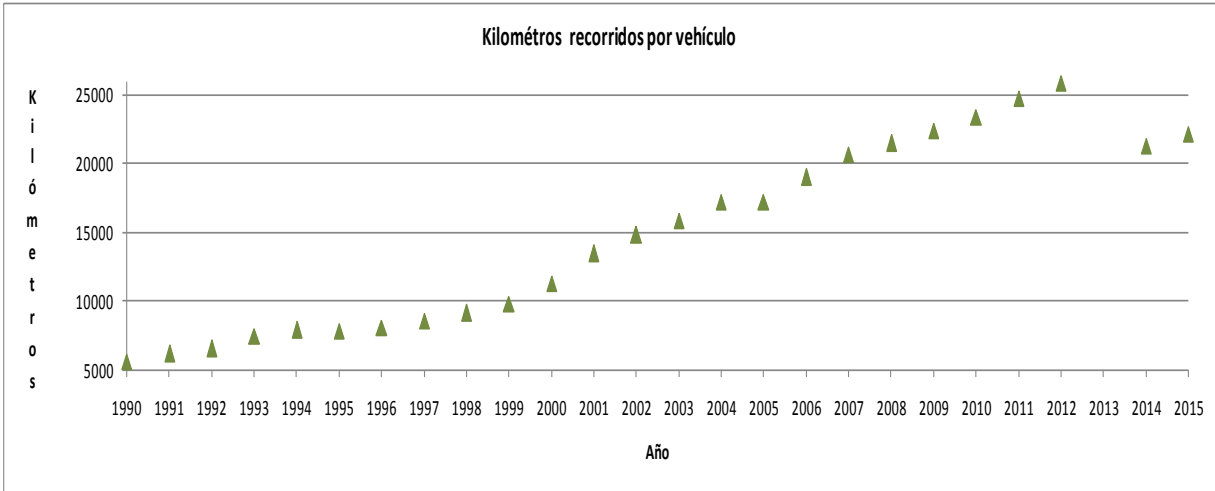


Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI, 2017.

En la figura 4.1 podemos observar como la tendencia del crecimiento empezó a ser más pronunciada a partir del año 2000 a excepción de los años 2014 y 2015 donde tuvo una disminución.

Basado en la metodología de estimaciones de recorridos promedio por vehículo en la ciudades y haciendo un promedio ponderado para el Nuevo León tenemos los siguientes valores.

Figura 4.4 Kilómetros-Vehículos recorridos en Nuevo León.



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI (2017).

Según datos de la grafica 4.4 se presento un incremento de 7.1% en los kilómetros recorridos del año 1990 al 2013, si tomamos en cuenta los valores de los años 2014 y 2015 nos da un promedio de 5.17% que comparado con otras ciudades del país representa valores abajo del promedio, pero con una cantidad de kilometro-vehículos mayor, esto nos indica que a partir del año 2013 empieza a presentarse signos de saturación de de automóviles para el AMM que es donde se concentra la mayor cantidad de automóviles.

Es evidente que ante un crecimiento económico se generará un aumento de uso de suelo y población en las áreas metropolitanas al igual que un aumento en el número de automóviles y con ello un incremento de los kilómetros recorridos. Esta perspectiva resulta altamente preocupante en el mediano plazo, al conllevar un aumento en todas las externalidades negativas del uso del automóvil y el deterioro de la calidad de vida. El aumento de los kilómetros recorridos anula los beneficios generados por el crecimiento económico. Tomando en consideración lo anterior se deben de tomar medidas para prevenir tal

escenario, es una decisión que garantizará beneficios económicos y sociales en corto y mediano plazo para el AMM.

4.2 Transporte Público

El sistema de transporte público no solamente facilita el movimiento de personas. Sus características de operación provocan un fuerte impacto en el uso del suelo, crecimiento económico y calidad de vida. La infraestructura del transporte urbano es parte fundamental del desarrollo de una ciudad, entre otras variables. Aunque el transporte no es suficiente para crear desarrollo si es una parte fundamental y su ausencia u operación ineficiente son un factor limitante. (CETyV, 2009).

Al igual que la mayoría de las ciudades de México, el sistema de transporte público urbano en el AMM ha seguido una evolución histórica influenciada por factores como el crecimiento demográfico, expansión geográfica de la mancha urbana, incremento de la actividad urbana, cambios en las variables socioeconómicas y evolución de la tecnología en los vehículos entre otras.

El primero modo de transporte colectivo con propulsión motriz propia del que se tiene conocimiento fue el tranvía, que empezó a funcionar en el año de 1892 y del cual se llegaron a establecer cuatro rutas hasta 1917, año en que apareció el sistema de transporte por autobús, estos eran similares a los que conocemos hoy en día como microbús. Este nuevo servicio compitió con los tranvías, ofreciendo tarifas más bajas y otras opciones de servicio hacia diferentes puntos de la ciudad, por lo que de 1920 a 1930 el servicio de tranvías se debilita y desaparece (CETyV, 2009).

En 1929 un empresario funda la primera ruta formal de transporte urbano, esta ruta empezó a operar con cinco unidades las cuales tenían una capacidad de 22 pasajeros.

Para el año de 1940 el sistema de transporte urbano de pasajeros contaba con 40 rutas servidas con 535 unidades, las rutas tenían su origen o destino en alguno de los municipios

del AMM y se les consideraba como intermunicipales aunque la actividad urbana siguió concentrada en la ciudad de Monterrey, por lo que todas las rutas convergían en el centro de la ciudad. Entre 1942 y 1944 se incrementa el parque de autobuses en 133 unidades para un total de 668, mejorando notablemente el servicio (CETyV, 2009).

Conforme la mancha urbana fue creciendo se fueron instalando más rutas continuando con la característica de pasar por el centro de la ciudad de Monterrey y en promedio de 1950 a 1975 se triplicó la mancha urbana de la ciudad de Monterrey, no así el número de unidades de servicio.

En 1965 siguió el aumento del servicio de transporte urbano contando en ese año con un total de 47 rutas con 700 unidades de servicio, para esos años, la actividad industrial y comercial ya no se concentraba en el centro de la ciudad, pero había que pasar por el para hacer las interconexiones necesarias (CETyV, 2009).

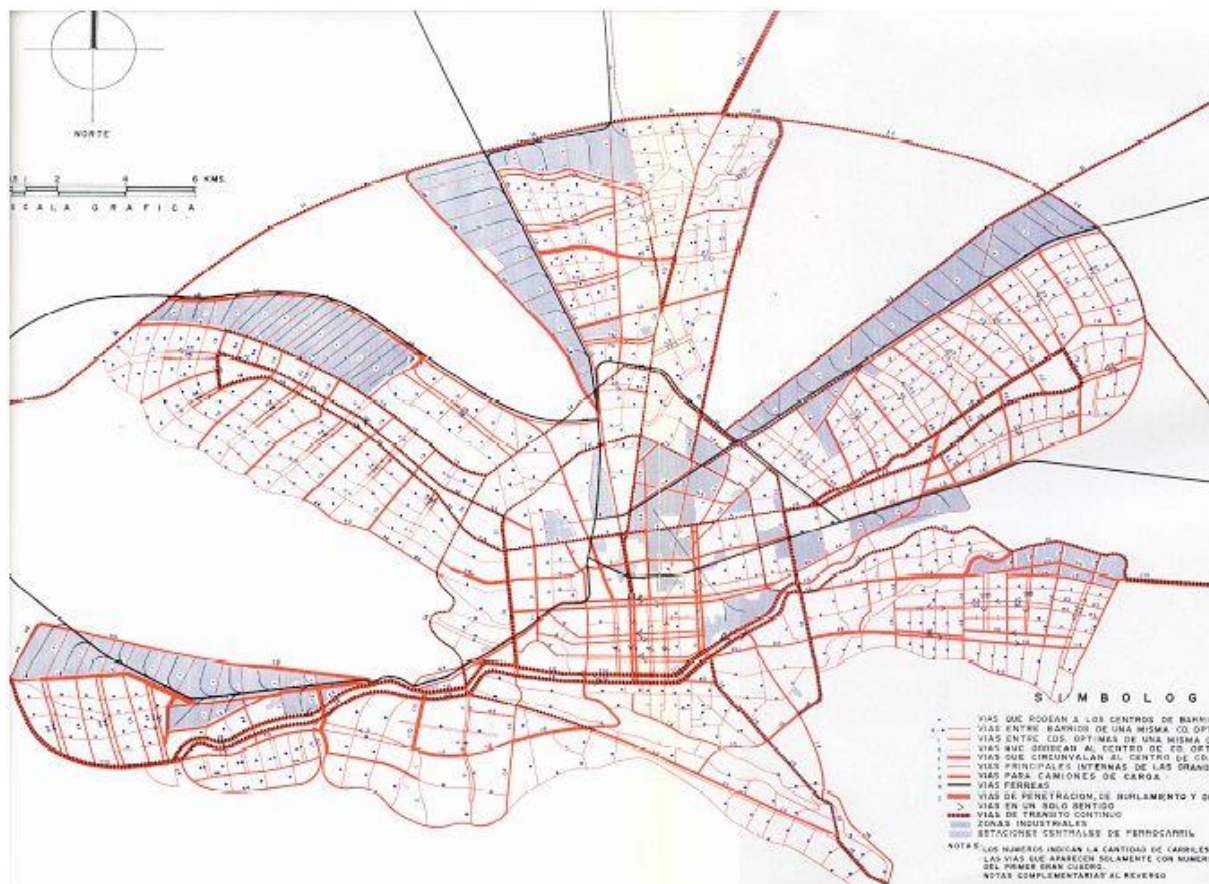
En la figura 4.5 se puede apreciar la estructura vial propuesta en el Plan Director de la subregión Monterrey (1968) para el AMM, con la tendencia de centralizar las vialidades.

En 1975 las rutas en promedio tenían 17.65 km de longitud mientras que en 1999 habían crecido un promedio de 32.58 km, lo que equivale a un crecimiento de más del 84%. Los impactos que se generaron con la extensión de las rutas fue que al incrementar el número de recorridos aumentó también el número de kilómetros recorridos por vehículo y manteniendo simultáneamente el centro de Monterrey como destino intermedio obligado, el tiempo y longitud de viajes por pasajero también aumentó, en los años 70's al no poder cumplir ambos requisitos se permitió la introducción de un servicio auxiliar con vehículos denominados peseras.

Hacia 1987 el servicio de transporte urbano de pasajeros era proporcionado por autobuses y peseras, en el primer caso existían 108 rutas teniendo en operación 2,400 unidades, en el segundo caso el servicio era proporcionado por 3,000 unidades. Para el año de 1990 el servicio público de transporte de pasajeros siguió siendo proporcionado básicamente por las dos modalidades antes mencionadas, el servicio de las peseras era proporcionado

básicamente en aquellas zonas en donde los autobuses no tenían acceso o era limitado, principalmente por las condiciones físicas de las vialidades. Por lo tanto aumentó también el número de rutas el cual llegó a 127, dando el servicio un total de 2,481 unidades (CETyV, 2009).

Figura 4.5 Estructura Vial propuesta (1968).



Fuente: Plan Director de la Subregión Monterrey (1968).

A pesar del crecimiento natural que se presentaba en los servicios de transporte público con el paso de los años, la escasez de alternativas de transporte y la alta concentración de población en el AMMse fueron generando insuficiencias en los servicios de transporte.

A partir de 1991 aparece una nueva modalidad de transporte masivo y no contaminante, el Metro. El sistema de Transporte Colectivo Monterrey es un organismo público descentralizado del Gobierno del Estado de Nuevo León, creado mediante decreto en noviembre de 1987, que tiene dentro de sus objetivos llevar a cabo las acciones necesarias para la construcción del Metro en el AMM y administrar y operar dicho servicio público, adicionalmente el de administrar y ejecutar servicios de transporte que sirvan como alimentadores del Metro (Periódico Oficial, 1987).

El sistema Metro de Nuevo León cuenta actualmente con dos líneas y una más en construcción. La línea 1, inicio sus operaciones en abril de 1991 con una extensión de 18.5 km consta con una estructura en viaducto elevado, 19 estaciones; 2 terminales, una de transferencia con la línea 2 y 16 de paso. Va de la estación Exposición a la estación Talleres, cubre las zonas más pobladas de los municipios de Monterrey y Guadalupe atravesando el centro de la ciudad de Monterrey (Metrorrey, 2017).

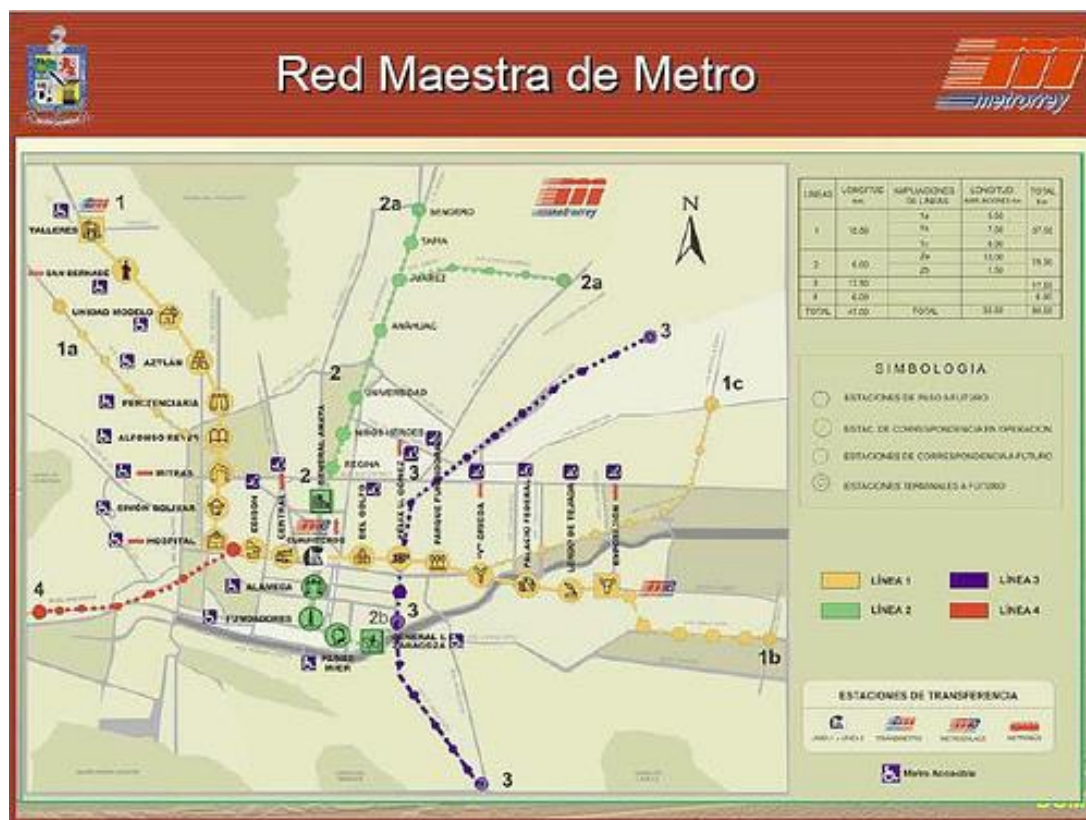
La línea 2 inicio sus operaciones en noviembre de 1994 con una extensión de 5.0 km incluyendo la vía de enlace con la línea 1. La línea 2 es subterránea y consta de 6 estaciones; dos terminales una de transferencia con la línea 1 y 3 de paso. Como parte de la ampliación de la línea 2 en octubre de 2007 entraron en operación 3 estaciones, una subterránea y dos aéreas de 3.5 km, después se le adicionaron cuatro estaciones más y una terminal. En total la Línea 2 recorre 11 km con 13 estaciones iniciando en la estación Sendero y termina en la estación Zaragoza. Su recorrido inicia en la zona centro de Monterrey hacia el norte, cruzando el municipio de San Nicolás y terminando en el municipio de Escobedo. Alcanza zonas densamente pobladas, áreas comerciales e industriales y los principales centros educativos del AMM (Metrorrey, 2017).

En las figuras 4.6 se puede apreciar la Red Maestra del Metro propuesta para el AMM y en la figura 4.7 se aprecia la Red Maestra del Metro hasta hoy.

Actualmente se encuentra en construcción la línea 3; la línea partirá de la terminal de la línea 2, estación Zaragoza, después recorrerá alrededor de 600 metros de manera subterránea en el vecindario del Barrio Antiguo, después convirtiéndose en una línea elevada hasta el

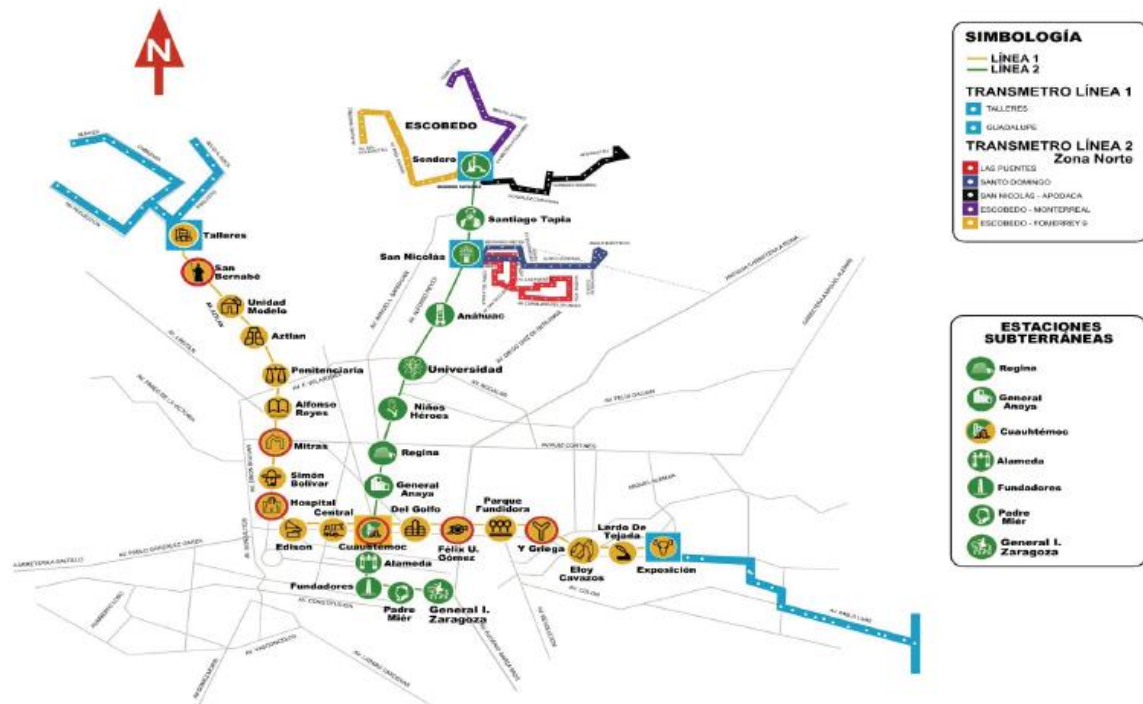
hospital Metropolitano en el Municipio de San Nicolás, con un total de 7.5 km de longitud divididos en nueve estaciones. Se contempla también una futura expansión hacia el Municipio de Apodaca (Metrorrey, 2017).

Figura 4.6 Red Maestra de Metro.



Fuente: Metrorrey, 2017

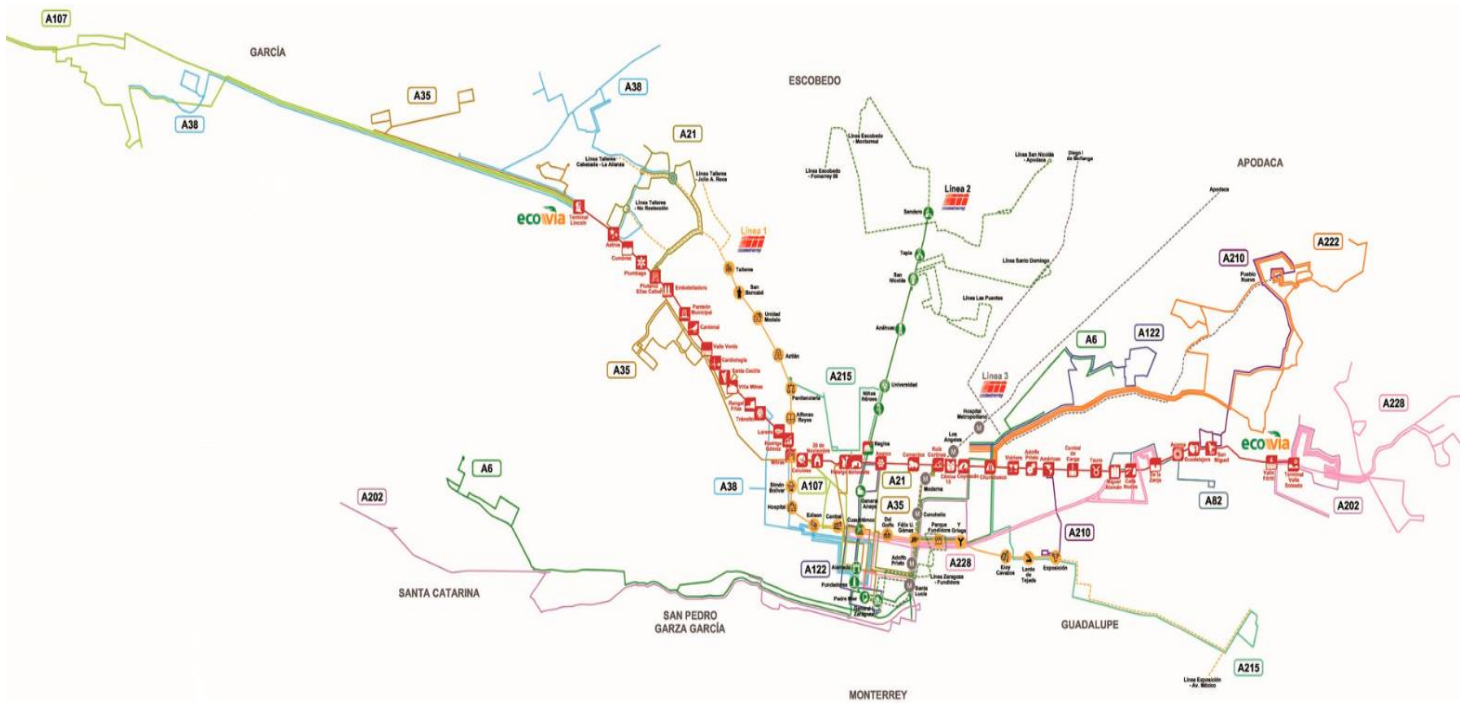
Figura 4.7 Red Maestra Actual del Metro.



Fuente: Metrorrey, 2017

A mediados de la década de los 2000 se inició el proyecto de la Ecovía, pero inició su construcción hasta el año 2011 y el sistema fue inaugurado en el año 2014. La Ecovía es un proyecto que cuenta con autobuses modernos que circulan por carriles exclusivos al centro de la vialidad principal del corredor Lincoln-Ruiz Cortines. Cuenta con 80 autobuses de motores ecológicos, climatizados y equipados con tecnología de punta que recorren una longitud de 30 km desde la terminal integración Lincoln en Monterrey hasta la terminal integración Valle Soleado en Guadalupe con 39 estaciones intermedias (gobierno de Nuevo León, 2017). El sistema da servicio a los municipios de Monterrey, San Nicolás y Guadalupe y a través de las rutas alimentadoras beneficia a los municipios de Apodaca, García y Santa Catarina tal como se puede apreciar en la figura 4.8. El Metro está interconectado a la Ecovía, aumentando así su cobertura longitudinal de 32 a 62.1 km y el usuario tiene disponibles más destinos con el mismo boleto.

Figura 4.8 Sistema Ecovía.



Fuente: Gobierno de Nuevo León, 2017

4.3 Planificación de la movilidad urbana sostenible

Las ciudades son el motor de la innovación y el crecimiento económico. Las oportunidades de empleo, educación, salud y otros servicios sociales atraen a personas de áreas rurales y otras regiones a las ciudades, y para acomodar el crecimiento demandada por espacios residenciales, comerciales y de servicios, las ciudades se extienden regularmente de una manera desordenada.

Las ciudades con sistemas efectivos para la gestión de sistemas de transporte y usos de suelo pueden asegurar que ese desarrollo se realice de una manera ordenada y eficiente para caminar, andar en bicicleta y en transporte público. El uso de suelo mixto y el desarrollo urbano compacto pueden reducir la demanda de viajes motorizados (GÍZ, 2014).

Generalmente, la infraestructura del transporte no logra mantenerse al paso de las necesidades de movilidad del acelerado crecimiento de las poblaciones. El uso del automóvil particular y otros modos de transporte aumentan para cubrir el déficit de la demanda y esto hace que aumente la congestión vehicular, la mala calidad del aire, la degradación de la salud pública, la segregación social y la creciente presión para la construcción de nueva infraestructura para el uso del automóvil.

Situar a una ciudad en una senda sostenible respecto a su uso de suelo y sistema de transporte requiere de un plan de movilidad urbana que plantee una visión para la ciudad, priorizando mejoras al sistema de transporte, clarificando las responsabilidades de los actores clave al implementar las iniciativas y que identifique un plan sólido de financiamiento.

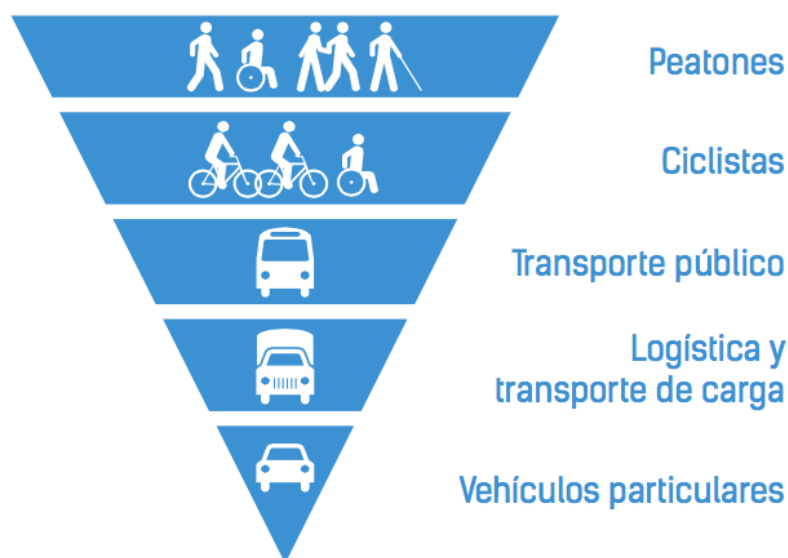
Un plan de movilidad urbana es una herramienta de planificación que comprende objetivos y medidas orientadas hacia sistemas de transporte urbano, eficientes y accesibles (GÍZ, 2014). Un plan de movilidad urbana exitoso puede brindar posibles y potenciales estrategias para afrontar los desafíos de la movilidad urbana.

Los conceptos de desarrollo sostenible y transporte sostenible se utilizan para definir o describir el desarrollo de una ciudad buscando un balance entre lo social, económico y ambiental. En los años 80 y 90 el concepto de desarrollo sostenible surgió como una prioridad internacional y una misión global. Aunque no hay un solo camino para alcanzar la sustentabilidad, el Informe de la Comisión Brundtland de 1987 define el desarrollo sostenible como “cubrir las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de generaciones futuras de atender sus propias necesidades”. La Ley de Transporte para la Movilidad Sustentable del Estado de Nuevo León (Periódico Oficial del Estado de N.L. 2006) define Movilidad sustentable como “La capacidad de cubrir las necesidades de la sociedad de

trasladarse libremente, comunicarse, comerciar y establecer vínculos sin poner en riesgo el bienestar de futuras generaciones”.

La pirámide jerárquica de movilidad urbana, como el de la figura 4.8, hace énfasis en modos de transporte sostenibles, como caminar, andar en bicicleta y el transporte público eficiente está asociado a una gran variedad de beneficios. Caminar o andar en bicicleta no solamente es bueno para la salud; si la movilidad es planificada correctamente puede mejorar el acceso a oportunidades de trabajo y servicios sociales, se mejora la calidad del aire, hay menos ruido y también el consumo de energía y la dependencia de energéticos disminuyen.

Figura 4.9 Pirámide jerárquica de movilidad urbana.



Fuente: Plan de movilidad urbana Santiago de Chile 2016

Una de las principales inquietudes dentro de la planificación de movilidad urbana es el factor económico ya que los recursos financieros siempre son limitados, por lo tanto las soluciones adoptadas deben ser eficaces en cuanto a gastos y hacer mejor uso de los recursos

disponibles. Crear nuevas aceras, ciclovías, zonas peatonales puede llegar a contribuir a incentivar el mayor uso del transporte no motorizado. Igualmente, la eficiencia del transporte público puede ser incrementada con la construcción de carriles especiales para los autobuses y señalización prioritaria (GÍZ, 2014). La planificación de la movilidad urbana ayuda a identificar las medidas que sean más eficaces y también a priorizar costos.

Frecuentemente los proyectos de transporte son controversiales, sobre todo a nivel local. Los conceptos, los tipos de medidas o las intervenciones particulares son determinantes para la funcionalidad del tránsito. Estos cambios tienen supuestas ventajas y desventajas para algunos grupos en particular; existen actores comerciales, institucionales, usuarios del transporte y grupos de interés que tienen diferentes intereses que se deben de tomar en cuenta a la hora hacer la planificación.

Un enfoque de planificación integrado e interdisciplinario ayuda a generar una base más amplia de apoyo para las intervenciones del transporte y se caracteriza por los cuerdos mutuos y la ponderación de los diferentes intereses. Descuidar esta variedad de intereses puede llevar a la injusticia o puede tener un impacto negativo en el desarrollo económico y en el peor de los casos causar resistencia política (GÍZ, 2014).

La participación pública ayuda a identificar las necesidades, las expectativas y los intereses particulares. El gobierno de una ciudad que acepta aportes de sus ciudadanos puede adquirir un alto nivel de legitimidad pública. Los planes de movilidad urbana son una oportunidad para establecer una cultura de planificación colaborativa entre diversos ámbitos y sectores de la política, y entre los diferentes niveles de gobierno en un área metropolitana.

La modernización del transporte requiere de grandes inversiones y supone una enorme presión sobre el presupuesto nacional y local, por lo que se deben diseñar políticas públicas de transporte urbano encaminadas al desarrollo sustentable. Dentro del contexto de formulación de políticas nacionales, los planes de movilidad urbana pueden ayudar a establecer una consistencia entre las metas de transporte nacional y las intervenciones del transporte local, este tipo de marco debe indicar como las iniciativas de transporte local se relacionan con las metas nacionales e internacionales. Por ejemplo las metas de los objetivos

del desarrollo sostenible sugieren objetivos que intentan proveer acceso universal a una movilidad limpia, segura y reducir impactos negativos del transporte.

El Gobierno de México tiene objetivos para la reducción de gases de efecto invernadero, contaminación, accidentes viales y la dependencia energética (Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018); así como para la reducción de la pobreza extrema y el desarrollo económico sostenible. De la misma manera el Gobierno de Nuevo León cuenta con estrategias encaminadas a lograr un desarrollo sustentable a través del desarrollo urbano territorial y vivienda, movilidad y transporte, medio ambiente y recursos naturales y energía para la sustentabilidad (Plan Estatal de Desarrollo. Nuevo León 2016-2021).

Figura 4.10 Jerarquía de la planificación urbana.



Fuente: Elaboración propia en base a la jerarquía de planificación urbana en Francia. (GÍZ, 2014).

En la figura 4.10 se puede observar la relación entre los diferentes planes, el Plan de Movilidad Urbana es compatible con el Plan Nacional de Desarrollo, el Plan Estatal de

Desarrollo es compatible con el Plan Nacional y con el Plan de Movilidad Urbana ya que el Plan Estatal de Desarrollo detalla las orientaciones del Plan Nacional de Desarrollo y del Plan de Movilidad Urbana en términos de uso de suelo, gestión de la red vial, etc.

En este contexto las políticas del transporte urbano pueden guiar a los municipios en cuanto a la priorización de inversiones. Los programas de financiamiento también pueden ayudar a proveer financiación para los proyectos de transporte que sean coherentes con los objetivos de las políticas nacionales y estatales.

Un reto para los planificadores en las administraciones locales, es lograr convencer a los responsables de la toma de decisiones sobre el valor agregado de una planificación de movilidad urbana más intensiva y estratégica. El desarrollo de un plan de movilidad urbana le permite identificar y analizar los problemas y retos del transporte local, Identificar medidas eficientes y efectivas en cuanto a costos para superar retos, entender los diferentes escenarios de desarrollo y opciones políticas, identificar los diferentes intereses de los usuarios de los sistemas transporte, desarrollar una visión común de los diferentes grupos de interés sobre el desarrollo del transporte urbano, priorizar y programar medidas de acuerdo a los problemas más urgentes en base al presupuesto disponible, armonizar las acciones de los actores clave y crear una gran aceptación hacia las inversiones del transporte.

4.4 Movilidad urbana en el Área Metropolitana de Monterrey

América Latina y el Caribe se caracteriza por ser la región con mayores desigualdades del mundo, condición que se refleja de diversas formas en las ciudades y en la calidad de vida de sus habitantes. En cuanto a la movilidad, este factor se traduce en la capacidad para desplazarse de un lugar a otro (ONU-HABITAT, 2016).

La deficiencia en la movilidad ha restringido los derechos de los habitantes en las grandes ciudades; tiempo invertido en los traslados, costo económico, impacto en el presupuesto familiar y la inseguridad en el trayecto todos estos factores deterioran las condiciones de vida de la población.

Actualmente la falta de integración del transporte con la planeación del desarrollo urbano y la mala o nula coordinación entre los diferentes órdenes de gobierno, sin prever cualidades para la conectividad, han sido la causa principal del modelo desarticulado de movilidad que predomina en las principales zonas metropolitanas de la República Mexicana, con todas las externalidades negativas que originan.

En el caso de México, el Reporte Nacional de Movilidad Urbana en México 2014-2015 (ONU-HABITAT, 2016), muestra que aunque se han dado pasos importantes para la creación de una política de movilidad y planeación urbana, es primordial promover acciones coordinadas con todos los órdenes de gobierno que apoyen la consolidación de los avances sustanciales, tales como estrategias para disminuir el uso del automóvil, facilitar el uso del transporte no motorizado y el urbano; impulsar el modelo de ciudades compactas con usos de suelo mixto compatibles y generar condiciones adecuadas para la movilidad de personas y mercancías.

Una zona metropolitana competitiva es aquella que democratiza su productividad y resulta atractiva para la inversión, pero, sobre todo, la que garantiza bienestar y prosperidad a sus habitantes (ONU-HABITAT, 2016). Para ONU-HABITAT “La ciudad es el hogar de la prosperidad. Es donde los seres humanos satisfacen sus necesidades básicas y tienen acceso a bienes públicos esenciales; también es el lugar donde las ambiciones, aspiraciones y otros aspectos materiales e inmateriales de la vida se realizan”.

Abordar un transporte público como el Metro, Metrobús, autobús de pasajeros, o taxi seguro resulta cada día más difícil. La movilidad, los tiempos de traslado, la calidad del transporte y la contaminación son temas de gran relevancia en las zonas metropolitanas de México.

Los países más desarrollados tienen sistemas de transporte sustentable y eficaces, con gran capacidad de traslado de personas (ONU-HABITAT, 2016), esto puede servir de guía a nuestro país para crear nueva infraestructura en el transporte que genere menos emisiones contaminantes, que sean masivos y ordenados.

Para crear un buen plan de movilidad urbana se debe integrar un diagnostico que brinde la posibilidad de crear sistemas alternativos de transporte, eficientes y que realmente cubran

las necesidades que tiene la población para trasladarse, ya que permitiría conocer con certeza los orígenes, destinos, modos, costos y tempos de desplazamientos de los diferentes grupos poblacionales: hombres, mujeres, adultos mayores, estudiantes y personas con alguna discapacidad (ONU-HABITAT, 2016).

Las ciudades que apuestan al transporte motorizado privado padecen mayor congestión vial, la cual persiste a pesar de las inversiones en calles, avenidas, pasos a desnivel, etc., padeciendo las externalidades negativas que esto genera.

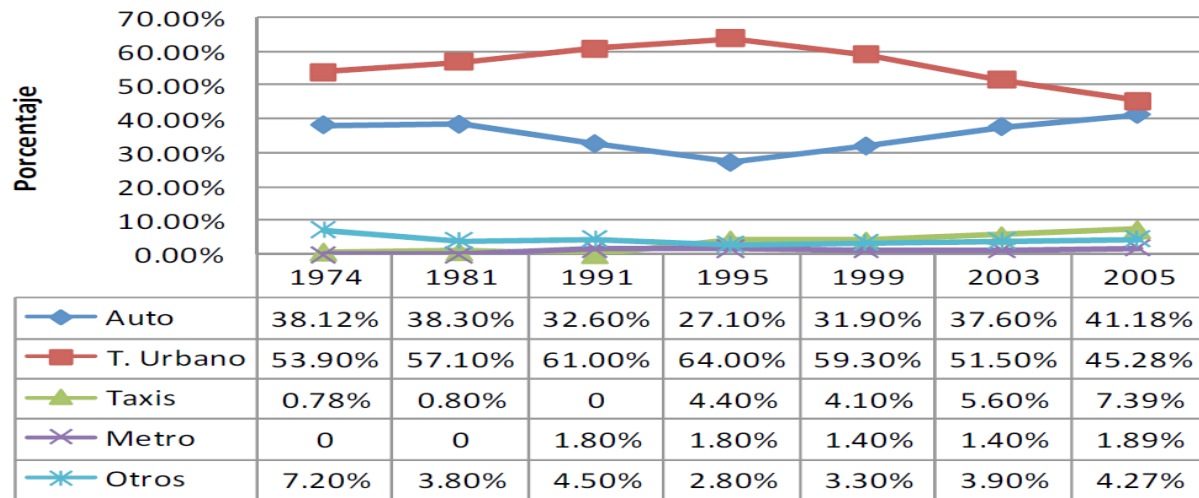
La evolución de la movilidad en el AMM esa en función de la oferta y demanda, la demanda tiene que ver con el número de viajes y sus características y la oferta con la infraestructura física disponible para satisfacer la demanda, su equipamiento y las reglas que rigen su uso.

La demanda se divide en dos aspectos: la demanda de viajes-persona y la demanda de transporte de mercancías

En el AMM el 50% de los 8 millones de viajes motorizado se realiza en cerca de 2 millones de automóviles privados. El servicio de transporte público atiende el restante 50% de los viajes. De continuar creciendo el uso de los automóviles la velocidad media continuara en descenso; en el caso del automóvil de 30 km/hora en 2005 bajó a 25 km/hora en 2010 y en el caso del transporte público la caída es de 14 a 11 km/hora, esto según CETyV, 2008, citado en (ONU-HABITAT, 2016).

En la figura 4.11 se muestra que desde 1995 la constante es una permanente caída en el uso del transporte público, en sólo 10 años perdió 20 puntos porcentuales a favor de los medios individuales.

Figura 4.11 Evolución histórica de la partición modal de viajes motorizados



Fuente: CETyV 2008

Según la información contenida en el estudio de transporte de carga de la CAINTRA (CETyV, 2008) al AMM entran y salen diariamente un promedio de 96,461 vehículos, de estos 15,901 son de carga es decir un 16.5%. En la Tabla 4.12 se aprecian los orígenes y destinos de los viajes de transporte de carga de paso por el AMM, de donde se determina que el mayor tráfico se concentra en la carretera a Saltillo y la carretera a Nuevo Laredo.

Tabla 4.12 Origen y destino de viajes de vehículos de carga

	Reynosa	Mier	Laredo	Monclova	Saltillo	Colombia	Victoria	Total de paso	% de origen
Reynosa	-	13	4	5	103	2	55	182	18.8
Mier	12	-	5	7	6	7	11	50	11.4
Laredo	15	31	-	15	316	-	42	419	29.7
Monclova	10	13	23	-	41	54	22	163	23.2
Saltillo	112	32	273	18	-	29	62	526	23.1
Colombia	16	17	-	62	19	-	28	142	30.3
Victoria	59	2	48	13	54	9	-	186	12.1
Total de paso	225	111	353	119	540	101	220	1,669	
% del destino	25.2	18.5	26.8	19.3	23.6	21.4	14.0		11.6

Fuente: CETyV 2008

En cuanto a la oferta no hay datos para cada área en especial y la infraestructura existente da cabida a múltiples flujos sin reconocer características o necesidades especiales.

En cuanto a la oferta para medios no motorizados en el AMM no existen facilidades diseñadas para este tipo de usuarios, ciclistas y peatones. Existen algunas facilidades de orden recreacional y para el uso de deportistas en la Av. Lázaro Cárdenas, en el Parque Lineal del Río Santa Catarina y un circuito alrededor del parque Rufino Tamayo, las dos primeras son exclusivas y la segunda acepta tránsito mixto (CETyV, 2008). Con el huracán Alex desapareció en su totalidad el paraqué lineal del Río Santa Catarina, actualmente se encuentra un tramo en operación que representa aproximadamente el 10% del anterior.

Para los peatones excepto algunas zonas exclusivas de San Pedro y algunas facilidades hechas ex profeso (calle Morelos, Macroplaza, Paseo Santa Lucía) el espacio público destinado a los peatones es de mala calidad y cumple funciones diversas, comercio, estacionamiento, almacén, etc. Para personas con discapacidad o débiles visuales las condiciones en que se encuentran las calles y banquetas son inapropiadas y no representan la mejor garantía para transitar a este tipo de personas.

El concepto de oferta en el área de vialidad y transporte es un concepto inexacto como un indicador de la disponibilidad de servicios, pues para tener una definición precisa no solamente debe intervenir el componente físico sino también el equipamiento y dispositivos que se usan para su explotación.

El municipio de San Pedro Garza García cuenta con un programa denominado “Rutas Ecológicas” que forman parte de un proyecto integral de conectividad peatonal que vincula ocho parques, escuelas y centros comerciales a través de seis rutas con una extensión de 24.4 kilómetros. Lo que se pretende con este programa es disminuir las emisiones de contaminantes, bajar los niveles de accidentes y mejorar las condiciones del medio urbano.

En ninguna circunstancia puede ser una aspiración utilizar el 100 % la oferta disponible, asumirlo así sería aspirar a la congestión, menores intensidades de uso y al uso de la infraestructura con mala calidad de servicio.

El municipio de San Pedro Garza García cuenta también con un Plan de Movilidad Sustentable Escolar (PMSE), el PMSE es una iniciativa ciudadana que busca disminuir el tráfico y los tiempos de traslado de, y hacia los planteles educativos en el municipio (www.sanpedro.gob.mx, 2018). El plan surgió por la necesidad de mejorar la calidad de vida de la comunidad y las condiciones de una movilidad responsable, la sustentabilidad y el cuidado de las familias. El Plan permite los siguientes medios de movilidad: auto compartido (tres estudiantes más el conductor), transporte escolar, transporte público, bicicleta y el uso de áreas peatonales; con esto se pretende disminuir los índices de contaminación generada por los automóviles principalmente en la zona donde se encuentran los colegios.

El Estado de Nuevo León en aras de contar con una movilidad urbana sustentable cuenta con la Ley de Transporte para la Movilidad Sustentable. Esta Ley en su artículo primero establece que tiene por objeto regular la movilidad de pasajeros y transporte de carga, el transporte público de pasajeros lo podrá proporcionar el Estado o lo encomendará a personas físicas o morales, mediante el otorgamiento de concesiones y permisos que señale la Ley y su Reglamento, bajo los principios rectores de racionalización, modernización, uso adecuado y

el mejor aprovechamiento de las comunicaciones viales en beneficio de la sociedad (Periódico Oficial del Estado de Nuevo León, 2006).

4.5 Emisión vehicular y efectos en el medio ambiente

A nivel global las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) del sector transporte contribuyen directamente al fenómeno de calentamiento global, ya que se estima que en el 2007 el 23% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero provenían del sector transporte. De estas emisiones, el 45% proviene de vehículos para pasajeros y se espera que continúen siendo la fuente predominante de emisiones de CO₂ en el futuro (Medina, 2012).

En México, el sector transporte es la segunda fuente de emisiones de efecto invernadero del país, contribuyó en el 2006 con el 20% de las emisiones totales de CO₂ correspondiendo un 93% a los vehículos de pasajeros (INE, 2009). Entre 1990 y 2008, las emisiones relacionadas con el consumo de combustible del transporte se incrementaron 102% convirtiéndose en el principal sector consumidor de energéticos de la nación con un 45% del total.

Estimaciones conservadoras señalan que sólo tomando en cuenta el incremento tendencial de los vehículos particulares las emisiones del sector transporte pasaran de 67 millones de toneladas de CO₂ en 2008 a más de 347 millones de toneladas en 2030, correspondiendo el 72% de las emisiones a vehículos privados (vehículos de pasajeros, SUVs, transporte ligero y pesado de carga) (Medina, 2012).

El uso del automóvil y su consumo de hidrocarburos genera también contaminación ambiental local, conocida como contaminantes criterio, los cuales son: partículas suspendidas (PM), bióxido de azufre (SO_x), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos volátiles (COV) y ozono (O₃), estos son precursores de fenómenos tales como la lluvia ácida y graves consecuencias para la salud humana principalmente en grandes zonas urbanas con grandes parques vehiculares.

Estudios internacionales han señalado estos efectos: en Italia (Ciccone et al., 1998) citado en (Medina, 2012), encontró que la proximidad a calles con mucho tráfico resulta en aumentos del 70% en bronquitis, 80% de neumonía, y 10% en síntomas de asma en niños. Estudios realizados en Francia y Suiza señalan que 3% de las muertes se asocia con la contaminación del aire proveniente del tránsito vehicular (Kunzli et al., 2000) citado en (Medina, 2012). En Holanda se estimó el riesgo de morir de una enfermedad cardiovascular y pulmonar es dos veces más alto para personas que viven en calles principales con alta carga vehicular. Mientras que en Alemania se estudió que en pacientes con infarto cardiaco el riesgo al infarto casi se triplicó al haber estado expuesto al alto tránsito vehicular dos horas antes (Medina, 2012).

En el caso de México, el Instituto Nacional de Ecología estima que al menos 34 millones de personas que viven en zonas metropolitanas están expuestas a una calidad del aire baja, debido a que las deficiencias en información o la falta de la misma, ocasionan que solamente el 40% de la población pueda conocer la calidad del aire que respira.

Se estima que los vehículos automotores son fuentes principales de emisiones de contaminantes criterio. El INE en 2009 hizo una estimación y concluyó, que en 9 ciudades del país los vehículos contribuyen en promedio con el 95% de las emisiones de CO, 73% de NOx y con el 15% de SO₂, siendo los automóviles particulares los principales emisores de los mismos. Para el AMM la contribución de los automóviles en la carga de los contaminantes se presenta de la siguiente manera: 100% de CO, 64% de NOx y 8% de SO₂. En relación a las partículas, durante el otoño de 2007 y verano de 2008, se realizaron diferentes mediciones por parte del SIMA en el AMM y se infirió que en 2007 las emisiones vehiculares contribuyeron con el 53% del total de la PM_{2.5}, mientras que durante el verano de 2008 la proporción fue menor, 37.38% (Martínez & Valdez, 2016).

Otro efecto que tiene el uso del automóvil es el consumo de los recursos naturales. El 95% del consumo de gasolina en México es destinado al autotransporte. El consumo total tuvo un incremento anual de 2.1 durante el periodo de 1990-2002. Las estimaciones sugieren un aumento de la velocidad de crecimiento del consumo de gasolina en el orden de entre 3.6% y

4.2% anual de 2008 a 2030. Con ello se espera que los 32 millones de litros de gasolina que se consumieron en el 2002 alcancen cerca de los 100 mil millones de litros para el 2030 (Galindo, 2008) citado en (Medina, 2012).

En México el sector transporte continúa representando el mayor porcentaje de consumo de los energéticos consumidos con el 45.9%, los cuales corresponden a 30.2% de gasolina y 15.7 de diesel.

En las grandes urbes se ha demostrado que los automóviles en circulación son la fuente de mayor contaminación ambiental por ruido. Aunque los avances tecnológicos año con año reducen los niveles de contaminación acústica de los vehículos, el incremento del parque vehicular anula estos beneficios. El ruido se genera por el roce de los neumáticos con el pavimento a partir de velocidades de 50 km/h, los frecuentes arranques y aceleraciones, así como por el uso del claxon.

Los efectos del ruido sobre la salud humana dependen de su intensidad en decibeles (dB). Esta puede alterar la cantidad del sueño hasta generar pérdida auditiva a largo plazo. Se estima que a nivel mundial más de 300 millones de personas están expuestas a niveles sonoros de entre 55 y 65 dB, la cual proviene en un 80% de los automóviles, siendo el ruido por tráfico urbano una gran molestia en las grandes zonas metropolitanas (Medina, 2012).

En el caso de México la contaminación acústica ha sido poco estudiada, en el caso particular del AMM el personal de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la UANL realizaron una serie de mediciones en el centro de la ciudad de Monterrey en agosto de 2015 y concluyeron que los niveles sonoros rebasaron la norma con valores desde los 84 hasta los 90 dB.

El acelerado crecimiento de la flota vehicular en México también ha tenido consecuencias económicas, en específico la balanza comercial debido a la importación de la gasolina. En el 2010 las importaciones de gasolina representaron 4% del total de las importaciones del país siendo el principal producto importado de México.

El nivel urbano y el mayor uso del automóvil ha derivado en un incremento el tráfico vehicular y con ello los tiempos de traslado, lo cual repercute en pérdidas de horas-hombre, generando desventajas económicas y sociales, limita el crecimiento y desarrollo de las ciudades y con ello la calidad de vida de sus habitantes.

Como resultado del uso del automóvil en las últimas décadas, existe una mayor fragilidad externa, reducción de los ingresos públicos, incremento de la desigualdad social y pérdida de ventajas económicas en las ciudades debido al incremento de los tiempos de traslado (Medina, 2012).

Otro problema asociado al uso del automóvil es el aumento de los niveles de estrés entre los automovilistas, lo que repercute en mayores problemas de salud, personales y laborales inclusive se encuentra asociado con los paros cardiacos. El estrés mal manejado puede generar conductas peligrosas que ponen en riesgo al resto de la población y tienden a generar accidentes viales.

En el mundo se estima que cada año mueren 1.2 millones de personas y 50 millones resultan discapacitadas o traumatizadas por accidentes viales. En México, los accidentes viales se encuentran entre la principal causa de mortalidad. A nivel nacional es la sexta causa de muerte, mientras que la población entre 5 y 29 años de edad ocupan el primer lugar. Anualmente mueren 24 mil personas a causa de accidentes viales y más de 40 mil padecen alguna consecuencia negativa.

Pocas veces se toma en cuenta que el uso desmedido del automóvil genera una ruptura del espacio urbano y con ello las relaciones sociales. Los efectos negativos del tránsito generan sensación de inseguridad para los peatones y un ambiente incomodo para los vecinos, esto reduce la convivencia social deteriorando la calidad de vida y perdiendo el sentido de convivencia y pertenencia del lugar donde habitan.

De igual modo, esto influye en la activación del ciclo de la dependencia del automóvil, la gente desea vivir en la periferia para estar lejos del ruido y del tráfico, creando barrios periféricos y comunidades cerradas. Esto implica la construcción de más calles, avenidas y en

algunos casos autopistas para conectar estos nuevos lugares lo que genera una mayor fragmentación espacial y con ello incrementa el problema de tránsito en la ciudad generando menos interacciones sociales. Esto trae graves consecuencias para la construcción de la tolerancia entre la población, requisito esencial para la construcción de sociedades democráticas, competitivas y con alta calidad de vida (Medina, 2012).

APÍTULO V: LA INDUSTRIALIZACIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY

En el presente capítulo se describe el origen de la industria en Monterrey que data desde mediados del siglo XIX cuando las principales empresas comerciales e industriales se instalaron aprovechando los múltiples factores entre ellos las facilidades que les otorgaba el Gobierno del Estado de Nuevo León; la expansión de la industria en Monterrey trajo consigo el desarrollo urbano y por tanto la contaminación ambiental destacando el deterioro de la calidad del aire.

5.1 El origen industrial en Monterrey

Monterrey, capital del estado de Nuevo León, se considera como el polo industrial de la República Mexicana. Su tradición manufacturera, su peso en el conjunto de la economía mexicana, sus vínculos con los mercados de Estados Unidos y su beligerante clase empresarial hacen de esta ciudad motivo permanente de interés y reflexión. La historia de la industrialización de Monterrey puede ser contada a partir del llamado Grupo Monterrey y sus empresas.

Desde mediados del siglo XIX, la actividad comercial reinó como motor económico del noreste de México. Verdaderas joyas eran las mercancías traídas por comerciantes y arrieros provenientes de las ferias del Bajío a las ciudades y villas de Nuevo León, Coahuila y Tamaulipas. Sin embargo, varios aspectos entre ellos la guerra civil de Estados Unidos (1861-1865) permitió la entrada de capitales proveniente de los agricultores sureños de ese país que comerciaban algodón con Inglaterra y debían pagar derecho de paso por las aduanas fronterizas del noreste mexicano; con la llegada del ferrocarril disminuía cada vez más la distancia entre un lugar a otro. Estas circunstancias dieron pie a un fuerte brote industrial del noreste del país (Cázares, 2014).

El 25 de noviembre de 1889, el señor Calixto Piazzini solicitó al Gobierno del estado concesión para establecer una industria que llevaría por nombre Fábrica de Cerveza y Hielo de Monterrey. Dos días más tarde, el 27 de noviembre del mismo año, el señor Juan R. Price

pidió igualmente concesión para establecer la Fundición de Fierro y Elaboración de Maquinaria Monterrey. Unos días después se les concedía exención de impuestos; por siete años al señor Piazzini y por quince años al señor Price (Vizcaya, 2007).

Estas dos empresas, una cervecera y una fundición, aunque con el tiempo desaparecieron, son las que con el tiempo llegaron a ser el emblema de la industria febril en Monterrey (Cerutti, 2007). Pero lo más interesante es que a partir de ellas se inicia la revolución industrial en la ciudad, sólo en los primeros dos meses del año de 1890, cuatro personas físicas o morales pidieron concesiones para establecer industrias diversas: el señor J. Giraud, el 12 de enero, para una fábrica de muebles; el 28 del mismo mes los señores D. J. Geddes y C.B. Woods para una empresa que llevaría por nombre Molinos de Cilindros de Monterrey; y el 6 de febrero los señores Joaquín Maiz y Samuel Laderer para la planta metalúrgica Nuevo León; y el 25 de febrero los señores William G. Grimm y Barclay Walton para la fábrica de ropa Compañía Manufacturera de Monterrey (Vizcaya, 2006).

Durante el resto de 1890, fueron solicitadas siete concesiones más para otros establecimientos comerciales: una fábrica de cigarros (22 de abril); Compañía Minera, Fundidora y Afinadora Monterrey (24 de mayo); fábrica de aguas gaseosas, La Montañesa (4 de agosto); fabrica de jabón La Reynera (24 de septiembre); Gran Fundición Nacional Mexicana (18 de octubre); fabrica de ladrillos La Silla (11 de diciembre) y fabrica de cerveza y hielo Cuauhtémoc el 16 de diciembre (Vizcaya, 2007). Las once empresas solicitantes obtuvieron excensiones de impuestos por periodos que variaron desde los siete años para las más pequeñas hasta 20 años para las que hicieron inversiones mayores (Cerutti, 2007).

Lo que determinó la industrialización de la ciudad fue una combinación de factores internos y externos que ejercieron influencia sobre la ciudad de Monterrey pero no provinieron ni de la ciudad ni de sus habitantes (Vizcaya, 2007).

Uno de los factores externos para el establecimiento de las plantas siderurgicas en Monterrey fue el arancel McKinley aprobado por la Camara de Representantes del gobierno norteamericano el 21 de mayo de 1890; en la exposición de motivos que hacían los señores Juan Weber, Reinaldo Barandi y Francisco Armendariz al pedir la exención de impuestos para

la Compañía Minera, Fundidora y Afanadora de Monterrey, decían: “La negociación que representamos viene a llenar la deficiencia que en el ramo de la minería han cuasado las recientes disposiciones del gobierno norteamericano, prohibiendo indirectamente por medio de tarifas altamente proteccionistas la venta de mineral en especie y obligando por lo tanto a beneficiarlo en el país cuando nuestra industria minera no estaba preparada al efecto” (Vizcaya, 2006, p.76). El arancel Mckinley planteó una situación general que abrió oportunidades en toda la República Mexicana, en donde empresas que se beneficiaban de distintos tipos de minerales en Estados Unidos se establecieron en México.

Otros factores externos que coadyuvaron a que Monterrey se industrializara fue su accesibilidad. Las líneas de ferrocarril que desde Monterrey se extendían hacia el sur hasta la Cd. de México y hacia el poniente hasta Tlaxiaco, comunicaban a la ciudad con muchos de los principales centros mineros del país. Las líneas a Laredo y Tampico hacían que Monterrey fuese la localidad de la República Mexicana a donde con menos costo se podía llegar desde los Estados Unidos y Europa (Vizcaya, 2007). Otro factor externo importante fue el capital foráneo ya que en la lista de las personas que durante 1889 y 1890 solicitaron concesiones para establecer industrias muchas de ellas provenían de otros sitios, esto se debió básicamente a la consolidación política y a un clima favorable para el desarrollo económico del país lograda por el régimen porfirista (Cerutti, 2007).

Una de las causas internas de mayor influencia para el desarrollo industrial en Monterrey fueron las leyes proteccionistas para la industria emitidas en 1888 y 1889; siendo gobernador de Nuevo León el Lic. Lázaro Garza Ayala promulgó un decreto el 21 de diciembre de 1888 en el cual se especificaba que: “Quedan exentos de todo impuesto por siete años todo giro industrial que se establezca en el término de dos años contados desde esta fecha, cuyo capital exceda de mil pesos” (Vizcaya, 2006, p. 77).

En la misma fecha se publicó otro decreto que provocaría el auge en la construcción, en él se exentaba de todo impuesto al Estado por el término de cinco años todas las fincas urbanas que se edificaran dentro de dos años y cuyo valor no bajara de dos mil pesos (Cerutti, 2007).

Otro decreto que abría las puertas a la industrialización es el firmado por el general Bernardo Reyes el 22 de noviembre de 1889 en el cual concedía exención de alcabalas municipales y estatales hasta por 20 años a las obras de utilidad pública, en las cuales quedaban incluidas las industrias, esto permitía a los inversionistas disminución de gastos y aumento de inversión en maquinaria, así como contratación de personal (Cázares, 2014).

Otros factores de importancia para la industrialización fue la existencia de fuertes capitales formados en el comercio, la mano de obra con cierta experiencia y acostumbrados al manejo de máquinas; además de la influencia del general Bernardo Reyes que tuvo la oportunidad de gobernar en una época donde ya se había alcanzado la estabilidad política del país; otro factor fue la proximidad de la ciudad de Monterrey a los Estados Unidos, la situaba en un lugar privilegiado al ser la ciudad más importante e industrial de la frontera con Estados Unidos; Monterrey contaba también con otra ventaja, tenía una mayor cantidad de agua que cualquier otra ciudad del norte del país (Vizcaya, 2006).

5.2 El desarrollo industrial de Monterrey

La industrialización en Monterrey iniciada en 1890 continuará ininterrumpidamente durante 20 años. Para 1909, el Gobierno estatal había concedido franquicias a negocios valuados en más de 31 millones de pesos. Aunque algunas de estas empresas no eran industriales y otras nunca llegaron a establecerse, la mayoría de las que operaron para fines del periodo habían prosperado y con grandes ampliaciones de capital, lo que hacía que las inversiones industriales reales fueran mucho mayores (Vizcaya, 2006).

Las siguientes cifras nos pueden dar una idea de la expansión industrial de esa época: a mediados de 1892 había en Monterrey y en algunos municipios vecinos unas veinte industrias, con una inversión aproximada de dos millones de pesos y empleaban a más de 1,276 personas. Para 1903, en Monterrey había más de treinta industrias y las inversiones en estas empresas llegaban a más de 21 millones de pesos y ocupaban a 1,500 personas. (Cázares, 2014)

Al inicio de la expansión industrial en el año de 1890 la inversión de capitales extranjeros fue grande, pero, muy pronto este último fue superado por la inversión de capital mexicano; y ya para el año de 1903 éstas ascendían a más del 80% del capital invertido en la industria regional. (Vizcaya, 2007).

Las principales industrias que formaron parte de la expansión industrial en Monterrey fueron entre otras las plantas metalúrgicas, en el año de 1890 se pidieron concesiones para tres fundiciones de metales: Nuevo León Smelting and Manufacturing Company Limited, Compañía Minera, Fundidora y Afinadora Monterrey y la Gran Fundición Nacional Mexicana. (Vizcaya, 2006).

Los fundadores de la primera de estas plantas, que fue conocida como Fundición Juárez o Número 1, fueron los señores Joaquín Maiz y Samuel Lederer. Su propósito inicial fue invertir un millón quinientos mil pesos y pidieron concesión para establecerse el 6 de febrero de 1890. El Estado les concedió un terreno para las instalaciones de la planta, y el 6 de febrero los exoneró del pago de contribuciones durante 20 años. El 14 de abril del siguiente año 1891, se dio aviso de que la planta se encontraba lista. Sin embargo ésta funcionó solamente algunos meses pues en septiembre de 1892 el periódico La Voz de Nuevo León informaba que desde hacía varios meses la planta ya no funcionaba. Durante los años siguientes, se informó en varias ocasiones que la planta estaba lista para funcionar pero en realidad nunca volvió a operar (Vizcaya, 2007).

La Compañía Minera, Fundidora y Afinadora Monterrey, conocida como Fundición Número 2 y que años más tarde pasaría a formar parte de la Compañía Metalúrgica Peñoles, fue fundada por los señores Juan Weber, Reynaldo Barandi y Francisco Armendaiz. La concesión para establecerse se pidió el 24 de mayo de 1890 y el 20 de agosto del mismo año se le concedió la exención de impuestos por el término de 20 años, a condición de que fuesen invertidos cuando menos 300 mil pesos. La compañía empezó a operar con un capital de 650 mil pesos, que para el 2 de marzo de 1899 ascendió a 3 millones 800 mil pesos y a 8 millones de pesos para junio de 1904 (Vizcaya, 2006).

La concesión para el establecimiento de la Compañía de la Gran Fundición Nacional Mexicana fue pedida por el multimillonario norteamericano Daniel Guggenheim el 18 de octubre de 1890. El 20 de enero se le concedió al exención de impuestos por 20 años, siempre y cuando la inversión fue de trescientos mil pesos. Esta planta conocida como fundición Número 3 y posteriormente como American Smelting and Refining Co. Tenía para el año de 1909 un capital de diez millones de pesos (Vizcaya, 2007).

La expansión de estas industrias fue notable durante los primeros años del siglo XX. Mientras que en 1892 la American Smelting apenas tenía capacidad para beneficiar 65,000 toneladas de mineral por año, en 1909 podía procesar 400,000 toneladas anuales. Y la compañía Minera, Fundidora y Afanadora Monterrey que en 1902 producía diariamente de 40 a 50 toneladas de plomo argenífero, para 1909 tenía una capacidad de producción de 150 toneladas. (Vizcaya, 2006, Cerutti, 2007 y Cázares, 2014).

Otra de las industrias que más influencia han tenido sobre la ciudad de Monterrey, es la Cervecería Cuauhtémoc. El 16 de diciembre de 1890 los señores Isaac Garza y J. M. Schnaider solicitaban al Gobierno del estado concesión para establecer una fábrica de hielo y cerveza de exportación, en la que se invertirían un mínimo de 125 mil pesos. Cuatro días más tarde, el 20 de diciembre, se les concedía exención de impuestos por el término de siete años. La industria empezó a operar a finales de 1891 y poco después sus fundadores pidieron una nueva concesión, pues la inversión resultaba bastante mayor que la originalmente planteada. El 5 de agosto de 1892 se les concedía exención de impuestos por el término de doce años (Vizcaya, 2007).

Originalmente la producción anual de la cervecería fue de solo sesenta mil barriles de cerveza y ocho mil toneladas de hielo. Diez años después tenía un capital de dos millones de pesos y para 1909 un capital nominal de 5 millones pero su valor real se estimaba en 8 millones de pesos. La producción anual era de cien mil barriles de cerveza, 365 toneladas de hielo por día y empleaba a más de 700 obreros y 42 empleados de confianza. Contaba con talleres de carpintería, hojalatería, herrería, carrocería, talabartería, tonelería y pintura. Disponía de aproximadamente 30 carros para cubrir la demanda local de hielo y cerveza,

completamente fabricados en su taller de carrocería. Tenía también grandes caballerizas y servicio contra incendios. En sus primeros años de funcionamiento, la fábrica era movida por vapor, pero en los primeros años del siglo XX fue sustituida por energía eléctrica. En 1909 su capacidad era de 300 mil barriles de cerveza al año, se podían embotellar 300 mil unidades por día, producir 750 toneladas de hielo y daba empleo a 1,500 obreros (Vizcaya, 2006 y Cázares, 2014).

La Fundidora de Fierro y Acero quedó constituida el 5 de mayo de 1900. Los organizadores fueron los señores Eugenio Kelly, de Nueva York, Antonio Basagoiti y León Signoret, de la ciudad de México y Vicente Ferrara de Monterrey. Para 1901 la compañía anunciaba tener listo el taller de maquinaria de vaciado de fierro. Poco a poco fueron entrando en operación otros departamentos, y en septiembre de 1903 empezó a funcionar el alto horno y se fabricaron los primeros rieles. Para el 31 de diciembre del mismo año había producido 21,583 toneladas de lingotes. (Vizcaya, 2006 y Cerutti, 2007).

Para el año de 1909 la planta se hallaba constituida por los siguientes departamentos; el alto horno, con capacidad diaria de mil toneladas de metal fundido; el departamento de aceración, que estaba conformado por tres hornos con capacidad diaria para 325 toneladas; el departamento de laminado; el taller de vaciado, en el que se podían elaborar piezas hasta de 30 toneladas; el departamento de maquinaria, que construía y reparaba gran variedad de equipos; el departamento de fragua, en donde fabricaban tornillos, tuercas, remaches y rondanas, entre otras (Cerutti, 2007).

La primera gran industria vidriera que hubo en Monterrey quedó constituida el 20 de octubre de 1899, en virtud de una concesión que el Gobierno del estado otorgó en julio de ese mismo año al señor Luis Manero. Esta empresa llevó por nombre Fábrica de Vidrios y Cristales, S.A. Los trabajos de instalación se iniciaron el 1° de enero de 1901, y la producción de vidrio comenzó en marzo de 1903. La planta se dedicó a la fabricación de botellas por medio de sopolo individual, y para esto se trajeron obreros de Alemania, a los que se adjuntaron ayudantes mexicanos, luego de algunos años de fuertes pérdidas, debido a los altos salarios a los extranjeros, se acordó su liquidación (Vizcaya, 2007 y Flores, 2000)

En el año de 1909, hombres de empresa regiomontanos adquirieron la patente Owens para la fabricación automática de botellas y llegaron a un acuerdo con los antiguos accionistas y así se fundo en 1909 la vidriera Monterrey. El 31 de diciembre de ese mismo año el Gobierno del estado le concedió excención de impuesto por doce años (Flores, 2000 y Cerutti, 2007).

Otra industria que en 1910 tenían una inversión mayor a un millón de pesos, era la fábrica de Cementos Hidalgo. Aún cuando la planta no se localiza en la Cd. De Monterrey, la planta forma parte del complejo industrial regiomontano. Su constitución se debió a la iniciativa de los señores Albero C. Cárdenas e Isidro Canales, quienes ya explotaban en Hidalgo una Ladrillera, esto sucedió en el año de 1905. El 27 de enero de dicho año el Gobierno del estado le concedio excención de impuestos por diez años, pero la planta comenzo a trabajar hasta finales de 1907, con capital de 150 mil pesos, en marzo de 1910 ese capital se elevó a un millón quinientos mil pesos y subio a dos millones en febrero de 1913 (Vizcaya, 2006).

El establecimiento de las grandes industrias motivó muy pronto al desarrollo de una serie de plantas secundarias para la elaboración de productos alimenticios, construcción y reparación de diversas maquinarias y equipo, fabricación de materiales de construcción y otros propósitos (Flores, 2000).

La Manufactura de artículos metálicos fueron industrias que formaron parte del inicio industrial en Monterrey y la segunda industria que pidio concesión para su establecimiento al extenderse la industria en Monterrey el 27 de noviembre de 1889 fue la Fundición de fierro y elaboración de Maquinas Monterrey. Esta fábrica empezó sus operaciones el 28 de marzo de 1891. Para el año de 1900 tenía un capital de 250 mil pesos, ocupaba más de 200 obreros y fabricaba toda especie de máquinas para minas y fundiciones, bancas para plazas, estufas y moldes de fierro y bronce. Además reparaba máquinas de vapor y calderas y hacía toda clase de trabajos de herrería (Vizcaya, 2007).

parte importante de esta época fue la Fábrica de Clavos. Fue fundada en 1892 por el señor Conway Pate. A principios del siglo XX ocupaba treinta operarios y para el año de 1909 su capital era de 400 mil pesos. El 22 de febrero de 1894 empezó a funcionar la fábrica de Cartuchos Metálicos, su propietario fue don Pedro Lambretón y operó solamente unos

cuatro años. La Compañía Industrial de Artefactos de Metal llamada El Barco fue fundada en 1895 por don Francisco L. Cantú. Esta empresa empleaba unos cien obreros en el año de 1900 (Vizcaya, 2006 y Vizcaya, 2007).

Existieron también a principios del siglo XX varias fundiciones pequeñas, tales como Talleres de Fundición de Fierro y Bronce de los hermanos Siller, fundada en 1905, la compañía de Función de Fierro y manufactura La Estrella, la Compañía de Fundición de Fierro El Roble y la Fundición de Fierro El Carmen. Esta última fue fundada en 1897 por unos escandinavos y empleaba cincuenta obreros (Cerutti, 2007).

Hubo también en esa época varias fábricas de catres de alambre entre las cuales las más importantes fueron La Malinche, El Obrero, la del señor Lozano y la del señor José Flores. Igualmente existieron a principios del siglo XX la fábrica de Camas de Latón y Hierro, del señor Jaime Cardús, la Fabrica de Molinos de Fierro para Maguey y Sotol, de G. Garza González, y la Fábrica de Paraguas del señor García Ordóñez (Flores, 2000; Vizcaya, 2006 y Cerutti, 2007).

Antes de iniciarse la expansión industrial en el año de 1890, existía en Monterrey dos molinos de trigo, el de Jesus María y el Hércules, ambos pertenecientes a Valentin Rivero Sucs. El 5 de agosto de 1890 se inauguró un molino nuevo, cuyos propietarios eran norteamericanos y llevaba por nombre Molinos de Cilindros Monterrey, pero operó por muy poco tiempo. Otra planta también fundada por nortemaricanos fue una planta para refrigeración de carnes y preparación de carnes saladas. Empezó a funcionar en agosto de 1891 e igual que la anterior desapareció al poco tiempo (Cerutti, 2007).

Desde principios del siglo XX existió en Nuevo León la industria de Fabricación de Piloncillo y tiempo después empezó también la fabricación de azúcar. En el año de 1906 se estimaba que había en el estado 1,104 trapiches cuya producción anual tenía un valor de un millón quinientos mil pesos. Pero en Monterrey hubo un gran ingenio azucarero cuyo propietario fue don Francisco Armendaiz y podía moler diariamente 250 toneladas de caña y producir 15 toneladas de azúcar (Vizcaya, 2006).

Otra industria que desde finales del siglo XIX empezó a desarrollarse en Monterrey fue la de fabricación de aguas gaseosas, en el año de 1906 había en la ciudad cuatro fábricas de aguas gaseosas. Las dos más importantes estaban situadas en la congregación de Top Chico y era la Gran Fábrica de Aguas Gaseosas de San Bernabé y la Fábrica de Aguas Minerales de Topo Chico, la primera fue fundada en mayo de 1901 por el señor Pedro Treviño, la segunda fue fundada por el señor Julio A. Randle el 8 de enero de 1897. En 1908 ambas fábricas se fundieron en una, que en adelante llevó el nombre de Compañía Embotelladora Topo Chico (Cerutti, 2007).

Hubo a principios del siglo XX muchas otras fábricas de productos alimenticios. En 1900 se encontraban cuatro fábricas de chocolate, y seis de pasta y galletas. Por la misma época existió la fábrica de Tamalina y varias fábricas de dulces, entre las más importantes estaban la Monterrey Candy Co. y La Corona (Vizcaya, 2007).

Entre las Industrias de materiales para la construcción se encuentran la Ladrillera Monterrey, industria que tanta importancia ha adquirido en nuestra época, fue una de las primeras que se fundaron al iniciarse la expansión industrial en 1890. Su establecimiento se debió a tres norteamericanos, los señores William W. Price, John Price y David I. Jones. Empezó a funcionar en febrero de 1891. En el año de 1895 fue adquirida por el coronel J.A. Robertson quien le dio gran impulso, en ese mismo año ya exportaba ladrillos a Estados Unidos y para el año siguiente la fábrica contaba con casas para todos sus empleados y con noventa viviendas para obreros. En noviembre de 1896 esta industria produjo 1,346,260 ladrillos consumiendo mil diez metros cúbicos de leña y seiscientos cincuenta toneladas de carbón (Vizcaya, 2006).

Para 1896 había en la región cuando menos otras dos ladrilleras de cierta importancia: una que lleva el nombre de Las Mitras, fundada en 1894 en Villa de García y otra situada en estación San Juan. A principios del siglo XX se estableció la fábrica de ladrillo La Unión. Durante esta misma época se inició también la fabricación de mosaicos, en el año de 1894 se fundó la primera planta que llevó por nombre La Industrial. Y la construcción de importantes edificaciones en la ciudad tales como: el Palacio de Gobierno, el Banco Mercantil y la Reinera

hizo que se instalara en la ciudad un número considerable de talleres de labrado de cantera. Para el año de 1901 se estimaba que había unos quince establecimientos (Cerutti, 2007).

En relación a la industria textil, La fronteriza, la más pequeña de las industrias textiles y la única que beneficiaba lana, fracasó pocos años después de fundada, sumándose al número considerable de industrias de extranjeros que, por no adaptarse a las condiciones locales o por otras causas, tuvieron que cerrar sus puertas (Flores, 2000).

Las otras industrias textiles siguieron progresando, y a las tres antiguas, La Fama, El Porvenir y La Leona, vino agregarse una nueva planta, la Compañía Industrial Monterrey la cual tenía repartido su capital entre una fábrica de hilados y tejidos y una fábrica de muebles. Esta compañía fue fundada el 4 de agosto de 1892 por Santiago M. y Francisco Belden, Patricio Milmo y Juan Weber. Para principios del siglo XX empleaba en su planta textil unos 150 obreros y contaba con 22 telares. Tenía 50 casas para obreros y empleados. (Morado, 2007).

La Fama se incendió el 9 de mayo de 1895, quedando la planta casi totalmente destruida. Para 1909 contaba con 130 telares y daba trabajo a 110 operarios. Disponía igualmente de 70 viviendas para obreros. En 1909 El Porvenir tenía 400 telares y daba trabajo a 750 obreros. La Leona en el año de 1909 contaba con 150 telares y daba trabajo a 50 obreros y disponía de casas para todos los obreros (Flores, 2000; Morado, 2007).

Entre otras industrias que se establecieron al inicio del desarrollo industrial de Monterrey fueron la fábrica de Jabón la Reinera y las fábricas Apolo. La Reinera empezó a trabajar el 1° de abril de 1891 con diez obreros. Su desarrollo fue muy rápido pues para 1901 contaba con más de cincuenta obreros. Las fábricas Apolo fueron fundadas por el señor Guido Moebius en 1895; se dedicaron a la elaboración de velas, cerillos, jabones, betún, chicle, tintas y perfumes. En 1909 ocupaba 200 obreros. (Flores, 2000; Vizcya, 2006)

En esa época hubo también varias fábricas pequeñas de cerillos, La Constancia, fundada desde el año de 1864 por don Pedro P. Quintanilla. En 1900 existían cuatro fábricas de este tipo, una establecida en 1897 frente a la plaza Juárez por la Compañía Industrial de Fósforos y Cerillos de México y otra fundada en el año siguiente por el señor Vicente Herrera. Pero la

primera de dimensiones considerables fue la fábrica de cerillos El Fenix fundada en 1904 (Morado, 2007; Cerutti, 2007)

Otra industria importante que inicio en la misma época fue la fábrica de sombreros La Mexicana, para principios de siglo daba empleo a 70 obreros y producía diariamente 480 sombreros de paja y fieltro. El desarrollo de las fábricas de prendas de vestir fue muy lento. En el año de 1900 no había más de dos talleres dedicados a la fabricación de ropa. Uno de ellos era la fábrica de ropa La Patria de don Pedro Olvera, que daba empleo a unas 30 personas. Don Pedro P. Quintanilla tuvo también por esta época una fábrica de medias llamada, como su fábrica de cerillos, La Constancia (Cerutti, 2007; Flores, 2000)

La industria de muebles también tuvo un desarrollo muy lento en esos tiempos. En marzo de 1890 empezó a funcionar la fábrica La Novedad, propiedad de norteamericanos que subsistió por poco tiempo. La Compañía Industrial de Monterrey operaba un taller de fabricación de muebles al mismo tiempo que una fábrica de hilados y tejidos. En el año de 1900 ocupaba 35 empleados. Existió también otra fábrica propiedad de norteamericanos, la Fábrica Anáhuac, establecida el 1° de agosto de 1984 y que nunca fue muy grande y a principios del siglo XX ocupaba unos 30 obreros. No fue sino hasta finales de 1910 cuando empezó realmente a desarrollarse la industria del mueble. En octubre de 1909 se fundo la fábrica de muebles La Malinche, cuyos organizadores fueron los señores Cristóbal Treviño y Manuel Reyes, estas personas operaban un taller desde 1895 (Vizcaya, 2006; Morado, 2007)

Por estos mismos años empezaron a trabajar también las fábricas de muebles: Compañía manufacturera de Muebles Monterrey (1907) de los señores R. E. Lozano y Compañía, la fábrica de muebles La Mexicana (1909) del señor Santos Rodríguez y la fábrica de muebles de madera y camas de latón y fierro fundada por los señores Benjamín Salinas y Joel Rocha que con el tiempo se convirtió en la importante firma Salinas y Rocha (Flores, 2000; Cerutti, 2007)

Monterrey contó desde esta época con industria elaboradora de tabacos. El 20 de junio de 1890 empezó a trabajar, con 50 operarios, la fábrica que llevaba el nombre de La Reina del Norte y en el año de 1904 se fundo otra fábrica del mismo tipo, pero más importante, la

Black Horse Tobacco Co. Había además otras pequeñas fábricas de cigarros de hoja, entre las cuales estaba el Liberal, que operó durante muchos años (Morado, 2007).

A principios del siglo XX hubo también otra serie de industrias de naturaleza muy variada. La Fábrica de Cartón Monterrey, S.A. se estableció el 6 de enero de 1900. Por la misma época se fundó una fábrica de hormas para zapatos, y otra de collares y guarniciones propiedad del señor Antonio Magnón. Hubo también una fábrica de llanta de hule para vehículos y otra de cortinas y persianas. Hubo igualmente una industria llamada Fábrica de Antiselenita La Universal, la Fábrica de Coches y Vehículos, de don Jorge B. Warden, y la carrocería La Victoria, de Bruno Vázquez y Cia. Existían igualmente varios talleres que trabajaban el ixtle, y un buen número de curtidurías y talabarterías. Había también varias fábricas de licores como la Compañía Destiladora La Kentucky, cuyo gerente fue don Juan G. Guzman, y La Casa Colorada de Monterrey, perteneciente al señor R.Maldonado (Vizcaya, 2006; Flores, 2000).

5.3 La expansión industrial del Área Metropolitana de Monterrey

El reconocimiento de Monterrey y su Área Metropolitana como ciudad industrial data desde finales del siglo XIX cuando aparecieron las primeras grandes industrias. La zona resultó poco afectada por la Revolución Mexicana de 1910 y se adaptó plenamente a las políticas de industrialización pos revolucionarias. Así, en el transcurso de la segunda mitad del siglo XX surgieron empresas que se fueron desarrollando y muchas de ellas alcanzaron un fuerte crecimiento físico y financiero que se convirtieron en fuertes grupos empresariales integrantes de la gran industria regiomontana y contribuyeron al trazo del perfil del espacio geográfico como productores de bienes intermedios y duraderos en el AMM (Palacios, 2000).

Algunas de las características que han fortalecido el crecimiento industrial en el AMM ha sido la estrecha relación comercial con el sur de los Estados Unidos, principalmente con el estado de Texas, cuenta con un empresariado al que los negocios transfronterizos no les han sido ajenos; otro elemento es el enraizado modelo de relaciones laborales de corte

paternalista y de regulación del trabajo que ha inhibido la generación de conflictos obrero patronales, se puede agregar también el protagonismo empresarial y político que han desempeñado algunos dirigentes de estos grupos empresariales (Treviño, 1989; Zapata, 1993).

La expansión industrial en el AMM se puede dividir en dos periodos, el surgimiento de la gran industria desde finales del siglo XIX hasta 1940 y el que abarca el largo periodo de crecimiento sostenido del apís, encuadrado en el fomento a la industrialización mediante la política de sustitución de importaciones dentro de un mercado protegido que abarco desde 1940 hasta el declive estructural marcado por la crisis de 1982 (Flores, 2004; Palacios, 2000).

Aunque gran parte del crecimiento industrial se debió a las políticas proteccionistas estas no fueron el punto de arranque de muchas industrias, por lo que se pueden diferenciar dos grandes tendencias de aprovechamiento de la acentuación de la política proteccionista: las empresas que vivieron los cuarenta ya con el carácter y la experiencia de gran industria (Cementos Mexicanos, Cervecería Cuauhtémoc, Fundidora Monterrey, Vidriera Monterrey, bolsas maldonado, la industria de fábrica de galletas y pastas) a las que las políticas proteccionistas sirven de catalizador para entrar a una segunda fase de maduración industrial y las que se puede decir que son hechura de las políticas proteccionistas, las cuales se pueden incluir las fundadas en la década de los cuarenta y cincuenta tales como: Celulosa y Derivados, Trailers Monterrey, Protexa, Conductores Monterrey, Manufacturas Metálicas Monterrey, entre otras (Cerutti, 2007, Flores, 2000, Palacios, 2000).

Entre 1970 y 1981 se contruyo formalmente el mayor número de grupos empresariales en Monterrey, el cual, coincide con la fase de las políticas proteccionistas de los llamados gobiernos neopopulistas representados por los periodos presidenciales de Luis Echeverría (1970-1976) y de José López Portillo (1976-1982); todos estos grupos empresariales estuvieron enfocados alrededor de una especialidad prodcutiva y en su mayoría propiedad de familias con fuerte arraigo regional entre los cuales se puede destacar: CEMEX, CYDSA, ALFA, COPAMEX, IMSA, VISA, VITRO, PROTEXA GAMESA, AXA, GRUMA Y RAMIREZ. (Zapata, 1993, Flores, 2004)

El antecedente de este fenómeno se ubica en los años setenta, decenio culminante del llamado milagro mexicano, ésta década significó para las empresas más antiguas, cerrar un proceso de maduración productiva que incluyó uno o varios de los siguientes elementos: a) cambio tecnológico, b) aumento de la capacidad instalada, c) expansión territorial, d) ampliación de mercados y e) fusiones y en consecuencia se complicó la estructura productiva y administrativa de las empresas y a finales de los setenta requirió una reestructuración que culminó con la formación de los corporativos industriales antes mencionados (Flores, 2004, Palacios, 2000).

El crecimiento económico profundizó el ritmo de densificación urbana alrededor del municipio de Monterrey donde para 1970 el 73% del total de población de Nuevo León habitaba en el AMM, este crecimiento provocó la deruralización de los municipios colindantes con Monterrey, principalmente los municipios de San Pedro Garza García, Apodaca, Guadalupe, San Nicolás de los Garza y Santa Catarina y a la vez se diversificó la industria surgiendo las industria extractiva, transformación, electricidad y gas así como los servicios y transporte (Palacios, 2000).

Las industrias que más contribuyeron al crecimiento industrial en el AMM fueron: metal básica, productos minerales no metálicos, productos químicos, tabaco, alimentos, productos metálicos, maquinaria, accesorios y artículos eléctricos y electrónicos. La aportación de estas industrias representó el 75% del PIB del año 1970, concentrando el mayor número de empleos con el 64.2%.

Para el inicio de los años ochenta, el dinamismo de la industria regiomontana se sostenía básicamente por sus ramas más experimentadas, a la vez que, avanzaba su presencia en la producción de bienes y servicios. El crecimiento físico acompañó la concentración de la gran industria en la localidad y así entre los años 1970 y 1982 se registraron 369 nuevas empresas que comprendía diversos giros, entre los más importantes se pueden considerar: tabaco, papel y cartón, química básica, maquinaria y equipo, maquinaria y aparatos electrónicos y algunas otras empresas de productos y servicios pertenecientes a los grupos industriales de VISA, PROTEXA, IMSA, ALFA, GRUMA, tec. (Zapata, 1993, Treviño, 1989, Flores 2004).

En los grupos corporativos se concentran las acciones de las empresas y la función administrativa del Grupo en su conjunto. Con esta reorganización, los grupos industriales aparecieron como una entidad más clara, que tiene en su cúspide un corporativo. Algunos grupos se han mantenido y han encontrado el momento propicio para reedificar sus estrategias de negocios bajo la cobertura de una estrategia corporativa y su crecimiento ha ido más allá de la entidad y algunos han llegado a internacionalizarse. Las características principales de dichas estrategias son: 1) casi todos los grupos mantienen la mayoría de la tenencia de acciones con derecho a voto en manos de las familias fundadoras; 2) todos los grupos se transformaron en estructuras divisionales con unidades estratégicas de negocios y con un corporativo en el ápice organizacional del mando y 3) en todos los grupos la estrategia corporativa se concentro en la integración y diversificación industrial (Flores, 2004).

De esta manera lo que ha mantenido el crecimiento industrial en el AMM es el desarrollo y crecimiento de la infraestructura. Lo cual proporciona los energéticos, materias primas auxiliares y las comunicaciones indispensables para la realización de los modernos procesos productivos, aunado también a los estímulos legales y fiscales en zonas territoriales preestablecidas (Flores, 2004, Zapata, 1993, Treviño, 1989).

El desarrollo industrial, urbano e infraestructura del AMM encontro un ordenamiento y una planeación estratégica a través de diversos niveles de planeación estratégica de los diferentes niveles de gobierno, tales como: a) Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Vivienda 1984-1988; b) Plan Nacional de Desarrollo Urbano 1978; c) Plan Estatal de Desarrollo Urbano 1979; d) Plan Subregional de Desarrollo Urbano de Monterrey Metropolitano 1982 y e) los Planes Municipales de Desarrollo Urbano de los diferentes municipios conurbados.

La planeación del desarrollo urbano en esos años no contemplaba las políticas de control de la contaminación del aire ya que los principios básicos del derecho internacional para la protección del ambiente se establecen, tanto en la Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano de 1972, realizada en Estocolmo, como en la

Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo de 1992 que se llevó a cabo en Río de Janeiro, Brasil (ONU, 2016).

5.4 Emisión de contaminantes

La contaminación del aire puede en muchos casos percibirse con facilidad, especialmente en las grandes ciudades. Sin embargo más allá de percibir el aire sucio es necesario evaluar de manera cuantitativa su calidad a través de la medición de los niveles en que se presentan los contaminantes que tienen efectos sobre la salud, la vegetación y los bienes materiales (INE, 2000).

La dinámica de la contaminación atmosférica en la República Mexicana es un problema generalizado en las grandes zonas metropolitanas del país. El crecimiento demográfico, las concentraciones industriales, el crecimiento de los parques industriales, el avanzado consumo de combustibles fósiles y los patrones inadecuados de movilidad urbana han traído consigo la evolución de este problema principalmente en las zonas más industrializadas del país entre ellas el AMM (INE, 2000; Flores 2004).

El estado de Nuevo León está caracterizado por su desarrollo industrial donde el 88% de la población se encuentra en el AMM, que es una zona conurbada compuesta por 10 municipios que albergan una población de más de 4 millones de habitantes. El dinamismo económico del estado lo ha convertido en un importante polo de desarrollo económico del país, sin embargo este crecimiento ha traído consigo la contaminación de la cuenca atmosférica del AMM que se ha convertido en uno de los principales problemas de la región (Flores, 2004).

El nivel de contaminación actual tiene su origen en diversas causas, entre ellas las políticas proteccionistas para el fomento del desarrollo industrial basadas en subsidios energéticos, agua, residuos, transporte, etc.; el crecimiento urbano desordenado ocurrido en la segunda mitad del siglo XX y que ha prevalecido hasta hoy; aunado a lo anterior el AMM no está favorecida geográficamente para eliminar la contaminación ya que se encuentra rodeada de

cerros que dificultan la circulación y dispersión del aire contaminado (INE, 200; Flores, 2004, Gobierno de Nuevo León, 2008).

Para la cuantificación de los diferentes contaminantes se utiliza el inventario de emisiones que es una herramienta esencial para la gestión de la calidad del aire, a través de él se identifican las principales fuentes de emisión y el tipo de contaminante del aire que se genera en un área determinada y se efectúa una estimación del orden de magnitud de las emisiones asociadas a dichas fuentes para un año determinado (Flores, 2004, Gobierno de Nuevo León, 2008).

El Gobierno del Estado de Nuevo León realizó en el año 2005 un inventario de emisiones, clasificando las emisiones según el tipo de fuente; para el caso de las industrias se consideraron las fuentes fijas a partir de los establecimientos industriales de jurisdicción federal y estatal usando como información base las cédulas de operación anual tanto de la SEMARNAT como las de la Agencia de Protección al Medio Ambiente y Recursos Naturales de Nuevo León llegando a considerar 436 empresas las cuales fueron clasificadas en 17 sectores industriales (Gobierno de Nuevo León, 2008).

En la tabla 5.1 se presenta el inventario de emisiones considerado para el AMM en el año 2005, donde se refieren las emisiones anuales estimadas de los contaminantes criterio y precursores de las fuentes fijas.

Tabla 5.1 Inventario de emisiones para fuentes fijas en el AMM año 2005

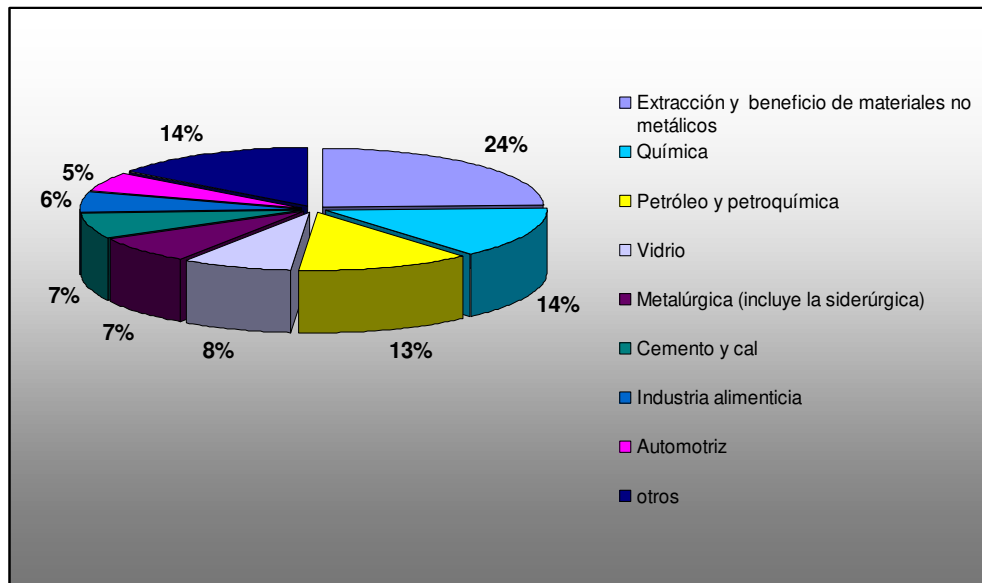
FUENTES FIJAS						
Contaminante	PM₁₀	PM_{2.5}	SO₂	NO_x	CO	COV's
Emisiones (Ton/Año)	8,547.2	5,140.6	59,093.5	21,959.3	9,851.0	8,977.9
Contribución porcentual	13%	28%	98%	33%	2%	8%

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Agencia de Protección al Medio Ambiente y Recursos Naturales, Gobierno del Estado de Nuevo León, 2008

Las fuentes fijas emitieron 59,000 toneladas de bióxido de azufre (SO₂), durante el 2005, mismas que representan el 98% del SO₂ que se emite en el AMM, prácticamente el 50% de las emisiones de SO₂ fueron emitidas por la industria del petróleo y el 24% por la industria química. El segundo contaminante en importancia emitido por este sector son los NO_x cuya emisión fue de 22,000 que representan el 33%, las principales emisiones de esta categoría corresponden a las industrias del vidrio, asfalto, petróleo y química (Gobierno del Estado de Nuevo León, 2008).

En cuanto a las partículas PM₁₀ las fuentes fijas emitieron del orden de 8,550 toneladas, las cuales representan el 13% respecto al total emitido durante el año 2005. En la figura 5.1 se muestra la contribución de los principales sectores industriales con mayores emisiones de partículas PM₁₀.

Figura 5.1 Contribución de emisiones de PM₁₀ por sectores industriales



Fuente: Agencia de Protección al Medio Ambiente y Recursos Naturales Gobierno del Estado de Nuevo León, 2008

Como se puede apreciar en la figura 5.1 las principales emisiones de PM10 provienen de los sectores de extracción y beneficio de materiales, la industria química y la del petróleo.

Finalmente las fuentes fijas aportan el 8% de los compuestos orgánicos volátiles (COV's) y únicamente el 2% de monóxido de carbono (CO) de las emisiones globales en el año 2005 en el AMM.

CAPÍTULO VI: ESTUDIOS PREVIOS SOBRE LA EVALUACIÓN DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA.

En el presente capítulo se hará una descripción de la evaluación de políticas públicas para el control de la contaminación del aire en las ciudades, en la industria y sobre el uso del automóvil, así como la percepción de la ciudadanía de la contaminación del aire en el entorno en que vive.

6.1 La evaluación de las políticas públicas para el control de la contaminación ambiental en México.

Dentro de la literatura consultada, hasta el momento, hay muy pocos estudios que se enfoquen directamente a la evaluación de las políticas públicas para el control de la contaminación atmosférica; dentro de esos estudios se encuentra la tesis Gestión pública para atender la contaminación atmosférica en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM): el Caso de la Comisión Ambiental Metropolitana (Salas, 2002).

(Salas, 2002), afirma que los principales problemas asociados a la contaminación del aire surgen de la imposibilidad de que el mercado plantee soluciones al problema, generándose así un conflicto en el control de la calidad del aire en donde las acciones individuales repercuten en el bienestar colectivo y es ahí donde el papel del gobierno es determinante en promover políticas públicas que permitan controlar el problema de contaminación atmosférica.

Para realizar una gestión pública de la calidad del aire en forma adecuada se debe contar con mecanismos legales que faciliten el logro de las metas planteadas, así como la distribución de competencias entre los distintos niveles del gobierno y la factibilidad de recursos y medios para garantizar la participación pública en la implementación de la política pública.

Una de las conclusiones a las que llega (Salas, 2002), es que las políticas públicas encaminadas a controlar la contaminación del aire en la ZMVM, cuya realización y ejecución es por medio de la Comisión Ambiental Metropolitana (CAM), no han sido del todo exitosas

porque para el diseño de tales políticas no se toma en cuenta las restricciones institucionales sobre las que se va a operar.

La CAM es un organismo de planeación encargado de establecer lineamientos generales que debe seguir la política ambiental en materia de contaminación atmosférica, la implementación de la política que lleva a cabo la CAM reúne distintas actividades relacionadas con la determinación de normas y guías para el otorgamiento de permisos y supervisión incluyendo el monitoreo.

Una de las debilidades importantes es que la CAM no es un organismo ejecutor, en términos jurídicos, sino más bien de planeación y diseño de lineamientos o políticas sobre cuestiones ambientales, pero no tiene capacidad de ejecución, es decir no tiene derecho de imponer penas, ejecución forzada, indemnización, castigo, multa, etc. (Salas, 2002).

En el trabajo de (Salas, 2002), se reconoce que los problemas ambientales de la ZMVM se originan principalmente, a partir de la dinámica y la interacción de los procesos del desarrollo en la región central del país, tales como, el crecimiento demográfico, el desarrollo urbano, el transporte, el crecimiento de las actividades industriales y de servicios, así como la falta de políticas que permitan llevar a cabo estos procesos de manera planificada.

En general en esta tesis (Salas, 2002) se basa principalmente en la acción de la Comisión Ambiental Metropolitana, hace un análisis cualitativo y reconoce que las políticas públicas implementadas en los últimos años encaminadas a controlar el deterioro de la calidad del aire en la ZMVM ha generado buenos resultados y el comportamiento de algunos contaminantes ha sido controlado, aunque en otros casos no ha sido así principalmente con el ozono las partículas suspendidas sin especificar que tan efectivas son las políticas y marca una descoordinación entre las diferentes dependencias federales, estatales y municipales para la implementación de dichas políticas.

En el estudio denominado “Políticas intergubernamentales para controlar la contaminación del aire en ciudades mexicanas. Una evaluación” de (Camacho & Flemming, 2008); el

propósito fue identificar qué tan efectivas son estas políticas en diversas ciudades a través del tiempo, además de detectar otros factores que afectan de manera significativa la calidad del aire. Se realizó un estudio de evaluaciones cualitativas (Monterrey y Guadalajara) y cuantitativas (Guadalajara, Monterrey, Valle de México y el Valle de Toluca) de las políticas de control de la calidad del aire.

Para el análisis cuantitativo las autoras utilizan las variables dependientes que son concentración de dos contaminantes críticos medidos en las estaciones de monitoreo: bióxido de azufre (SO_2) y bióxido de nitrógeno (NO_2). Las variables independientes que se incluyen en los modelos son de dos tipos: a) las que la literatura asocia tradicionalmente con un incremento de la concentración de los contaminantes y b) aquellas que reflejan las acciones gubernamentales dirigidas a disminuir la contaminación.

Los modelos que utilizaron emplean, además, las siguientes variables que son cruciales para verificar la hipótesis sobre la efectividad de las acciones gubernamentales: a) la proporción del presupuesto de egresos estatal destinada a obras públicas y acciones sociales y b) el Índice de Fortaleza Gubernamental (IFG), que diseñaron para medir los esfuerzos gubernamentales para controlar la calidad del aire.

En el análisis cuantitativo se concluye que las políticas de control de la calidad del aire de cuatro zonas metropolitanas (Guadalajara, Monterrey, Valle de México y el Valle de Toluca) en el periodo 1993-2004 han disminuido los niveles de concentración de solamente uno de los dos contaminantes críticos estudiados (bióxido de azufre) y se argumenta que, probablemente, el IFG no es una medida suficientemente precisa de los esfuerzos gubernamentales en contextos de baja institucionalización como el mexicano.

6.2 Evaluación de las políticas ambientales para controlar la contaminación en la industria

En el estudio de caso denominado “La responsabilidad y la gestión medioambiental de la industria maquiladora. Un estudio de caso” de De la Rosa (2007); la autora revisa el

tratamiento de los asuntos medioambientales en las teorías organizacionales y la gestión medioambiental con el fin de conocer la visión de la administración en la interiorización del medioambiente y adoptar una posición teórica de estudio de los asuntos cotidianos del medio ambiente en la planta del estudio de caso.

La dimensión de las variables de gestión establece la responsabilidad con el medio ambiente como una visión y posición de la organización ante el medio ambiente, resultado de conductas y programas para el cuidado de los recursos, prevención de riesgos y disminución del impacto acumulado al entorno natural.

La autora indagó las características de la gestión medioambiental en la planta del estudio de caso para determinar su dimensión y con ello la responsabilidad medioambiental, calificada como inexistente, mínima, moderada, suficiente o máxima.

(De la Rosa, 2007) concluye que la responsabilidad y la gestión medioambiental de la planta estudiada se encuentran en una etapa y dimensión de nivel moderado y suficiente con una visión pragmática de mínimos por cumplir, que no promueve la apropiación del concepto social de la sustentabilidad.

En los Estados Unidos las políticas públicas medioambientales han evolucionado a partir de los incentivos basados en el mercado, en los programas voluntarios y mecanismos de divulgación de información por parte de las empresas que aplican tecnologías limpias (Ramírez, 2013), la evolución se debe básicamente al compromiso que adquieren las empresas para aplicar las políticas medioambientales, no solamente para cumplir con las normas sino para mejorar los proceso de producción, reducir los costos y mejorar la competitividad en el mercado nacional e internacional. Actualmente los estándares de tecnología están siendo cambiados por tecnología de punta que le permite a las empresas ser más competitivas y al mismo tiempo previenen o reducen la contaminación ambiental.

En el estudio Índices de intensidad de contaminación atmosférica: una aplicación para el Área Metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México (Guajardo & Arrambide, 2002), los autores estimaron índices de intensidad de generación para seis contaminantes del aire:

partículas suspendidas totales (PST), dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), hidrocarburos (HC) y plomo (Pb) para el área Metropolitana de Monterrey, N.L.

La cuantificación de las relaciones entre la generación de contaminantes atmosféricos y la actividad económica es fundamental para el diseño y aplicación de políticas públicas ambientales eficientes (Guajardo & Arrambide, 2002).

En México, el establecimiento de políticas ambientales y en particular las relacionadas con la calidad del aire basadas en la administración de recursos ambientales son obstaculizadas por la escasez de conocimiento acerca de la relación entre la generación de emisiones y el sector productivo. En este caso en particular no se cuenta con herramientas para la estimación y la evaluación del impacto de políticas reguladoras tales como estándares, cargos por emisiones, etc., sobre las actividades productivas o el impacto de las actividades de producción sobre la generación de emisiones atmosféricas (Guajardo & Arrambide, 2002).

En el estudio (Guajardo & Arrambide, 2002), utilizaron un modelo de insumo-producto que incorpora la interdependencia de la estructura económica y de la generación de contaminación para obtener índices de intensidad de generación de contaminación del aire. Dichos índices reflejan los efectos directos, indirectos e inducidos de la generación de los contaminantes atmosféricos analizados. Los índices incorporan los efectos totales de la contaminación derivados del crecimiento económico, los cuales pueden ser la base para seleccionar aquellos sectores que pudiesen ser objeto de regulación en materia de contaminación ambiental.

Los autores (Guajardo & Arrambide, 2002), encontraron que todos los sectores productivos están relacionados de manera directa o indirecta con la generación de al menos un contaminante del aire, además concluyen que para la mayoría de los sectores la contaminación que se genera de manera indirecta o inducida es más relevante que la contaminación que se genera de manera directa.

(Ramírez, 2013), realizó en Estados Unidos un estudio tomando como muestra 500 empresas que liberan residuos tóxicos; los objetivos eran, primero investigar si adaptaban tecnologías limpias en base a la legislación estatal para disminuir la contaminación; en qué grado los instrumentos de política ambiental para el control de la contaminación, la planificación y la mejora de los procesos obligatorios contribuyen a conseguir tales objetivos; y por último determinar si la aplicación de tales políticas se ve influenciada por las características de producción de las empresas.

Para el estudio (Ramírez, 2013) uso dos variables dependientes para medir la respuesta a la legislación y las políticas públicas de estado; la primera se basa en el conteo de todas las nuevas actividades adoptadas para reducir la contaminación en cada empresa por año y para cada tipo de producto químico utilizado, tipo de proceso y manufactura. Entre las diferentes prácticas que las empresas podrían adoptar se encuentran: mejorar las prácticas operativas, control de inventarios, proceso y equipos, prevención de fugas y derrames, limpieza y remediación, modificación en el uso de materias primas y modificación de los sistemas de producción.

Para la otra variable dependiente uso el nivel de contaminación tóxica, para lo cual se tomó en cuenta las cantidades de emisión tóxicas al aire, agua, suelo y la inyección en pozos profundos, así como la disposición final en sitios autorizados, transferencias y tratamientos específicos.

Las variables explicativas que uso (Ramírez, 2013), son las decisiones de usar técnicas para prevenir la contaminación según la legislación y la adopción de instrumentos de política a nivel estatal. Para la variable de técnicas para prevenir la contaminación se toma en cuenta el periodo de estudio y la fecha en que el Estado donde se encuentra la empresa ha legislado en base a las políticas de prevención de la contaminación; para los instrumentos de política se construyen como una variable dummy y se toma en cuenta los años específicos de la aplicación de la legislación y los objetivos de reducción de emisiones contemplados en la misma legislación; por último se tomó en cuenta también la variable de planificación

obligatoria la cual se refiere a la presencia de políticas de planificación para el uso de técnicas para reducir la contaminación que se han implementado en la empresa de forma obligatoria.

(Ramírez, 2013), concluye que, la implementación de técnicas para reducir la contaminación es mayor entre las instalaciones que se encuentran en estados que tienen legislación que hacen énfasis en la reducción de la generación de residuos tóxicos. Cuando dichos estados exigen además la planificación en las técnicas para reducir la contaminación o requieren de informes sobre los logros y avances alcanzados, las empresas adoptan más técnicas para prevenir la contaminación.

Por otra parte, la planificación es mayor entre las empresas que han implementado técnicas para reducir la contaminación en el pasado, mientras que la eficacia de los informes es mayor entre las empresas que han demostrado un buen desempeño ambiental en el pasado, pero es contraproducente para aquellas instalaciones que son altamente contaminantes. Sin embargo la implementación de técnicas para reducir la contaminación no está influenciada significativamente por la existencia de objetivos específicos para la reducción de la contaminación.

Los resultados también demuestran que la generación de residuos tóxicos son significativamente más baja entre las empresas que se encuentran en los estados donde las técnicas para reducir la contaminación hacen énfasis en los residuos tóxicos. Cuando los estados fijan objetivos específicos de reducción de contaminantes, la generación de residuos tóxicos no es necesariamente más baja para todas las empresas, excepto para aquellas que tienen un alto grado de incumplimiento con la normatividad.

Según (Ramírez, 2013), los resultados demuestran que, si bien los instrumentos de regulación tradicionales como los objetivos de reducción de emisiones pueden contribuir con el objetivo de reducir la generación de residuos tóxicos al menos en los que no cumplen con la normatividad, los enfoques contemporáneos tales como la planificación y la divulgación de la información obligatoria no lo hacen.

6.3 La evaluación de las políticas públicas para el control de emisiones vehiculares

De acuerdo con el Inventario Nacional de Emisiones de México, 1999 (INE, 2006), el transporte y los vehículos son la principal fuente antropogénica de emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx), y compuestos orgánicos volátiles (COV), sustancias precursoras de la formación de ozono y contribuyen de manera importante a la emisión de partículas suspendidas (PM) y monóxido de carbono (CO). Estas emisiones son el resultado directo por el uso de combustibles fósiles, como la gasolina y diesel, aunque existen otros factores determinantes en la cantidad de emisiones que un vehículo puede generar, como la edad, la tecnología, el uso y el mantenimiento de los vehículos. Los vehículos en circulación de mayor edad, con un mantenimiento deficiente, sin tecnología para el control de emisiones y de uso intensivo presentan mayores emisiones contaminantes a la atmósfera (INECC, 2010).

Gabriel Quadri de la Torre (Quadri, 1995), hace un análisis sobre el costo externo del automóvil con la finalidad de implementar políticas públicas para evitar el deterioro ambiental ocasionado por las emisiones automovilísticas.

El análisis con base al inventario de emisiones de la zona Metropolitana del Distrito Federal y tomando como referencia dicho inventario (Quadri, 1995) indica que tan sólo el 12% de los vehículos privados producen el 50% del total de emisiones de hidrocarburos y que los vehículos privados satisfacen en una proporción mínima la demanda de viajes en la mancha urbana y que menos del 16% de los viajes-persona-día se realizan por este medio.

Entre los costos externos sociales y ambientales atribuibles al uso del automóvil, además de la contaminación atmosférica, se encuentran: congestión vial, pérdida de horas hombre, baja productividad, accidentes, patrones excesivos de inversión, ocupación ineficiente de recursos territoriales, descentralización urbana, reducción de áreas verdes y reservas disponibles, emisión de gases de efecto invernadero y efectos del cambio climático a nivel local. Estos costos no los paga quien los provoca sino que se transfieren a toda la sociedad, al no existir un sistema de precios relevantes ni un marco de incentivos que lo impida (Quadri, 1995).

Los automóviles provados son mayoritariamente responsables de muchas de las ineficiencias de la estructura y del funcionamiento de las grandes ciudades. Varios estudios realizados en diferentes países (Quadri, 1995), han demostrado que con los años han ido aumentando no solamente el número de viajes en automóvil sino también las distancias de recorrido de los mismos, en algunos casos el tiempo ahorrado en viajes se gasta en recorrer más distancias y en algunos lugares la fuerza de trabajo pierde en promedio 44 días laborables al año por problemas de tráfico.

Otro problema es el costo de vidas humanas, en las carreteras de la Unión Europea, cada año mueren 55 mil personas, 1.7 millones sufren heridas y 150 mil quedan incapacitadas de por vida. Pero más allá del dolor que esto puede producir, están los costos pecuniarios de los percances del transporte: se calcula que estos alcanzan el 2% del PIB en los países de la OCDE (OCDE, 1994).

Entre las políticas ambientales urbanas que propone (Quadri, 1995), incorporar un paquete de criterios ambientales para el desarrollo urbano, algunos de los cuales pueden seguir siendo de tipo convencional y otros tendrán que ser innovadores, para la solución del problema no solamente se requiere de la integración de políticas urbanas y ambientales, sino de un modelo que las refuerce mutuamente con un horizonte de sustentabilidad. Esto implica además de establecer nuevas políticas de uso de suelo, actuar directamente en la demanda de viajes en auto privado y de combustibles y establecer una estricta normatividad ecológica a fin de incrementar la calidad ambiental en los vehículos, esto se debe aplicar junto con nuevas políticas de desarrollo urbano para favorecer la densificación y la diversidad de los usos de suelo, revitalizar las áreas centrales, defender de modo eficaz las zonas de conservación ecológica y promover el desarrollo urbano sólo en áreas bien atendidas por sistemas de transporte colectivo.

El Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente (CMM) llevó a cabo un estudio específico sobre la viabilidad de instrumentar un programa de restricción vehicular en los municipios que conforman la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT) para controlar y reducir la contaminación atmosférica local, dicho estudio se

denomino Políticas Públicas para el mejoramiento de la calidad del aire. Caso de estudio: Zona Metropolitana del Valle de Toluca (CMM, 2014).

El objetivo del estudio fue determinar los beneficios ambientales directos e indirectos derivados de la instrumentación de un programa de restricción vehicular en los municipios que conforman la ZMVT (CMM, 2014).

La metodología utilizada se basó en la experiencia previa del CMM, consulta a instituciones con amplia trayectoria en la materia, entrevistas con expertos del sector público, social y académico y la evaluación de la experiencia internacional.

Según el informe (CMM, 2014), las consultas con los actores de experiencia probada en materia de calidad del aire y movilidad urbana, así como el análisis de la información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México (SMAGEM), fueron actividades que contribuyeron a identificar que los vehículos particulares aportan de manera significativa a la concentración de contaminantes atmosféricos y que sus emisiones seguirán incrementando debido a la tendencia del crecimiento del parque vehicular y las costumbres de movilidad de los habitantes de la ZMVT.

Una parte del estudio consistió en medir a través de sensores remotos los vehículos que circulan en la ZMVT con la finalidad de obtener el perfil de emisiones contaminantes, por tipo de combustible, tipo de unidad y año del vehículo.

De acuerdo al inventario de emisiones (SEMARNAT, 2008), el principal problema en materia de calidad del aire en la ZMVT son las partículas suspendidas, donde el 10% corresponde a las fuentes móviles. Las fuentes móviles aportan el 93% de los óxidos de nitrógeno y el 56% de los compuestos orgánicos volátiles. El análisis del inventario de emisiones del año 2010 (SMA, 2010), indica que los autos particulares no son la fuente principal de contaminación atmosférica, sin embargo siguen siendo una fuente importante que debe controlarse, a fin de evitar que se convierta en un problema en el futuro. Al analizar a detalle las fuentes móviles, el segmento que más contribuye es el transporte de carga (CMM, 2014). Por lo

tanto las estrategias de control de contaminantes deben enfocarse al transporte de carga en forma prioritaria y en segundo lugar a los vehículos particulares.

Dentro de las conclusiones según el estudio del (CMM, 2014) se encuentran por ejemplo que no es recomendable implementar el Hoy no Circula en la ZMVT; establecer un programa de restricción vehicular a los autos no verificados, limitar la antigüedad de la flota y restringir la circulación vehicular solamente en eventos de contingencia ambiental.

Una de las propuestas por el (CMM, 2014), es el de establecer un ordenamiento territorial urbano y de movilidad para la ZMVT. Esta estrategia propone una serie de líneas de acción, entre las que destacan la construcción de rutas en la región, el ordenamiento urbano, la delimitación de la zona de control vehicular, la compactación de la ciudad y los usos mixtos del suelo. Todas estas estrategias son con el fin de incentivar la utilización de otros medios de transporte y reducir la distancia viajada por los habitantes de la zona urbana.

6.4 La percepción social de la contaminación atmosférica

Para ubicarnos en el campo de la percepción pública de la contaminación del aire (Catalan, 2006), realizó una investigación sobre el desarrollo del campo de investigación relacionado con la percepción de la contaminación del aire y la divide en dos momentos históricos. El primero comprende los estudios realizados en la década de los sesentas y setentas, la mayoría en los Estados Unidos y el Reino Unido, que se enfocan a medir las dimensiones sociales y psicológicas de la contaminación del aire (Catalan, 2006). Los estudios empíricos en este campo giraron alrededor de cuatro áreas: el nivel de conciencia y preocupación entre individuos y grupos en relación con la contaminación del aire, el acuerdo entre expertos y no expertos, la conciencia entre mediciones físicas de la calidad del aire y la percepción pública de las mismas, y la percepción pública de la contaminación en relación con las características de los observadores.

El segundo momento comprende los estudios realizados a partir de la década de los noventa, cuando empieza la discusión teórica y hay una apertura metodológica en el estudio de la

percepción pública de la contaminación del aire y sus riesgos para la salud. A partir de esta década, el campo de investigación se extiende a Canadá, Chile, Suecia, Francia, India, Dinamarca, Australia e Italia; pero es en Estados Unidos y el Reino Unido donde el interés académico y político, y donde se hace por medio de grupos de investigación bien consolidados en áreas de epidemiología, salud pública y sociología, en centros especializados de investigación de contaminación urbana y departamentos de ciencia política, la mayoría en universidades públicas (Catalan, 2006).

En América latina la investigación sobre estos temas ha sido muy limitada, a pesar de que existen ciudades con grandes problemas de contaminación atmosférica como la Ciudad de México, Sao Paulo y Río de Janeiro, en donde más de 100 millones de personas están expuestas a los contaminantes del aire que rebasan los niveles recomendados por la Organización Mundial de la Salud.

La investigación de (Catalan, 2006) se enfoca en dos escuelas, un enfoque psicológico y el otro sociocultural, tales aspectos no son contradictorios pero parten de diferentes teorías. Los estudios psicológicos se enfocan a medir las actitudes y procesos cognitivos relacionados con la contaminación del aire, estos estudios proponen que las percepciones populares divergen de las que emiten los expertos debido a la ignorancia pública de los aspectos técnicos y científicos. Los estudios realizados en México adoptan esta perspectiva psicológica, donde se asume que la percepción de la contaminación es un fenómeno de medición cuantificable y susceptible de ser analizado estadísticamente (Catalan, 2006).

A partir de los años noventa se da una apertura teórico-metodológica a los estudios socioculturales relacionados con la percepción de la contaminación del aire, en dichos estudios se asume que el entendimiento público y las conductas en relación a la contaminación del aire no pueden ser explicadas únicamente por la psicología individual o mediante una realidad objetiva, sino que las percepciones están formadas en el contexto de amplios factores sociales, culturales y políticos, donde el conocimiento local y la experiencia cotidiana desempeña un papel fundamental.

El daño ambiental se muestra con diversos grados de severidad y urgencia en cada país en el que se presenta y se traduce en distintos grados de conciencia y protesta y existe una disociación entre la magnitud del deterioro ambiental observado y analizado por los especialistas y la relevancia que adquiere en la conciencia pública y los programas gubernamentales implementados para enfrentarla (Lezama, 2004). Es precisamente el tema de contaminación atmosférica que (Lezama, 2004) toma como pretexto para hablar de la naturaleza social de los problemas ambientales; además de que ciertamente es un problema de trascendencia indiscutible sobre la salud de la población, repercute directamente sobre los ecosistemas y sus consecuencias son de carácter global.

El estudio se centra en los problemas de contaminación del aire de la Ciudad de México ya que es la ciudad donde se ha medido y valorado distintas maneras y por diversos especialistas, muchos de los cuales lo consideran como un problema grave y las políticas gubernamentales que se han puesto en práctica para solucionar el problema han fracasado en su intento por reducir la contaminación atmosférica.

El autor (Lezama, 2004), se plantea como hipótesis de que el problema de contaminación del aire “puede ser vista como una construcción social proveniente de distintos autores involucrados en el problema”, para lo cual utiliza una metodología cualitativa a través de la entrevista aplicando entrevistas individuales en profundidad a un grupo reducido de actores sociales claves involucrados en el tema de contaminación atmosférica.

Las entrevistas fueron realizadas en 1996 por medio de un cuestionario que incluía una serie de preguntas que pudieran probar la hipótesis antes mencionada; dicho cuestionario se aplicó a una muestra pequeña conformada por funcionarios gubernamentales del orden federal, estatal y municipal, miembros del sector académico expertos en el tema, sector empresarial, grupos ecologistas, partidos políticos y organismos internacionales. En cuanto a los actores entrevistados estos fueron: funcionarios públicos responsables de diseñar políticas ambientales representando a tres sectores del gobierno (la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, el Gobierno del Estado de México y la Secretaría de Medio Ambiente del gobierno federal; representantes del sector académico como médicos expertos

en salud ambiental, especialistas en ciencias atmosféricas e ingeniería ambiental y algunos investigadores en ciencias sociales que son expertos en el tema; representantes de la industria química, del cemento y metal mecánica, representantes del transporte público y distribuidores de automóviles; representantes de grupos ambientalistas más o menos radicales; miembros de organizaciones internacionales con presencia en el ámbito gubernamental en cuanto a asistencia técnica y económica y representantes de los tres partidos políticos más importantes incluyendo el partido verde.

Las preguntas de la entrevista estaban agrupadas en cuatro grandes temas: calificación de la contaminación del aire, evaluación del manejo ambiental del gobierno (federal, estatal y municipal), calificación del conocimiento existente acerca del tema y la solución de los problemas de contaminación atmosférica.

EL autor (Lezama, 2004), hace un balance de de las respuestas obtenidas a partir de las preguntas planteadas concluyendo lo siguiente. Respecto a “la emergencia de la contaminación del aire y su importancia para los actores” la mayoría de los entrevistados no tenían duda acerca de las graves consecuencias de la contaminación del aire, pero si hubo diferencias en cuanto a la importancia que le daban al tema. Quienes lo vieron como un problema grave, como una amenaza a los seres humanos y a la naturaleza, fueron los representantes de los partidos políticos y los grupos de activistas verdes, además estos últimos le atribuían gran culpa al gobierno. En cambio los empresarios, que buena parte originan el problema, no consideraban que fuese tan serio y argumentaban que los activistas y políticos exageraban la gravedad de la situación. En cuanto a los funcionarios y académicos, si bien lo consideraban un problema serio, fueron más cautelosos al expresar su opiniones.

En cuanto a “la severidad de la contaminación del aire en la ciudad” tanto el gobierno como los empresarios concordaron en que el problema no es tan severo, pero mientras que los funcionarios atribuían la situación a la actual actuación del gobierno, los empresarios enfatizaban que la imagen que se daba a conocer era irreal, ambos evadieron la responsabilidad en el problema. Los académicos manifestaron que tanto el gobierno como la sociedad querían negar o encubrir el problema por distintas causas, en cambio los activistas

aseguraron que tanto los empresarios como el gobierno eran culpables y querían ocultar la situación. Los partidos de oposición reconocían la severidad del problema.

En cuanto a la importancia de la contaminación atmosférica respecto a otros temas ambientales, los académicos y funcionarios los jerarquizaron de diferente forma; en algunos casos la contaminación atmosférica quedaba relegada respecto al del agua o los desechos tóxicos. Varios comentaron que la contaminación del aire parece más importante porque hay mayor información y seguimiento, mientras otros dieron más importancia al agua.

Otros resultados de las entrevistas tienen que ver con las acciones del gobierno, tanto en su credibilidad e intenciones como en la capacidad técnica y su campo de acción para resolver los problemas. En los extremos opuestos se hallaban los activistas y los representantes internacionales, los primeros expresaron opiniones muy negativas a cerca del gobierno y los segundos mostraron una gran confianza y aprobación de lo realizado por el gobierno. En lo que toca a la acción del gobierno, la gran mayoría estuvo de acuerdo en que el gobierno tiene la posibilidad de resolver el problema, pero mientras que los funcionarios se refieren a los obstáculos institucionales y jurídicos para desarrollar su trabajo, los académicos, los políticos y los activistas que las dificultades se deben principalmente a las influencias de carácter económico y político tales como los compromisos con las empresas del transporte, industriales, etc., y algunos agregaron que para equilibrar el efecto de esos intereses el gobierno debería incorporar a los ciudadanos para robustecer su oposición a la injerencia de los contaminantes.

Con respecto a la relación entre las ciencias y las políticas públicas ambientales del gobierno, en general los funcionarios admitieron que su relación con el medio académico y de investigación es positiva. En cambio los académicos entrevistados se mostraron descontentos con la actividad negativa de los funcionarios hacia los conocimientos científicos y al parecer el gobierno solamente los utiliza para legitimar sus discursos. Estos puntos de vista en general fueron repetidos por los demás actores entrevistados.

En cuanto a cómo enfrentar y solucionar los problemas de la contaminación del aire, las autoridades gubernamentales afirmaron que era necesario una reestructuración

institucional, pero también argumentaron algunos problemas específicos tales como las restricciones presupuestales y las concentraciones vehiculares y demográficas. Los académicos en general se refirieron a la necesidad de establecer un compromiso social y gubernamental para enfrentar la causa de contaminación ambiental, mientras que los activistas ambientalistas y los partidos de oposición atribuyeron toda responsabilidad al gobierno y al mal desempeño del sector empresarial, en este apartado la conclusión fue que para todos los actores estaban muy claros los obstáculos que impedían el mejoramiento de la calidad del aire, pero la mayoría tuvo dificultades para proponer soluciones viables.

CAPÍTULO VII: POLÍTICAS PÚBLICAS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA.

En este capítulo se describirá el concepto de políticas públicas y su relación con el control de la contaminación atmosférica, se describirá la contaminación atmosférica dentro del contexto político en México, los instrumentos federales y estatales para el control de la contaminación del aire, así como las políticas públicas para el control de la contaminación del aire a nivel federal y estatal en el Área Metropolitana de Monterrey.

7.1 ¿Qué son las políticas públicas?

Las políticas públicas son una forma de decidir y ejecutar acciones de gobierno para resolver problemas de la ciudadanía, y en una democracia madura, buscan el beneficio colectivo sobre los beneficios particulares (Arellano y Blanco, 2013); dichas decisiones y acciones varían de país en país y dependen principalmente del sistema político, de las tradiciones y de la cultura.

El estudio de las políticas públicas tiene como objetivo analizar los problemas públicos y darles solución en un contexto democrático en el cual los Estados y el gobierno y otros actores políticos, económicos y sociales actúan juntos para solucionar dichos problemas públicos (Dávila y Soto, 2011). El contexto democrático está dado por la necesidad de dar valor al régimen político como un espacio posible para la resolución de los problemas públicos.

El estudio de las políticas públicas tiene su raíz en la década de 1950, en los Estados Unidos. El trabajo de Harold Lasswell es el que con el tiempo se conocería como el origen de lo que hoy se conoce como el enfoque de las políticas públicas (Villanueva, 1992).

La propuesta inicial recibió el nombre de ciencias políticas, entendidas como “el conjunto de disciplinas que se ocupan de explicar los procesos de elaboración y ejecución de las políticas, y se encargan de localizar datos y elaborar interpretaciones relevantes para los problemas de políticas de un período determinado” (Villanueva, 1992).

Actualmente no existe una definición única y universalmente aceptada del concepto “políticas públicas” sino más bien un conjunto de ellas que mantienen el espíritu democrático original.

Para Wayne Parson, la política pública “tiene que ver con la manera en que las situaciones y los problemas se definen y construyen, así como el modo en que tales definiciones se acomodan en la política y en la agenda de las políticas. Pero también es el estudio del como, por qué y con qué efectos el gobierno sigue determinados cursos de acción e inacción (Edward Egar, 1995, en Arellano y blanco, 2013).

Por otra parte en México, (Villanueva 1992) nos menciona que las políticas públicas son “decisiones de gobierno que incorporan la opinión, la participación, la corresponsabilidad y el dinero de los privados en su calidad de ciudadanos, electores y contribuyentes”.

Otros autores como (Cabrerero, 2000), se preguntan cómo influye el enfoque de las políticas públicas en los distintos contextos políticos, culturales, históricos y económicos y afirma que el carácter particular del proceso de políticas públicas hace que sea especialmente importante analizar el contexto en que se dan tales acciones gubernamentales.

Finalmente podemos referirnos a las políticas públicas como aquellas decisiones y acciones legítimas y legales del gobierno que se generan a través de un proceso abierto y sistemático de liberación entre diferentes grupos de interés, ciudadanos y autoridades, con el fin de resolver, mediante instrumentos específicos, los problemas públicos.

7.2 El contexto político en el problema de la contaminación atmosférica.

La política pública está hecha de palabras ya que como dice (Majone, 2005), los científicos sociales olvidan con demasiada frecuencia y eso lo saben muy bien los políticos; es por esta razón que en todas las etapas del proceso de formulación de políticas la argumentación debe ser esencial. La base de la política y principalmente la política democrática se encuentra centrada en la discusión. Los partidos políticos, el electorado, la legislatura, el ejecutivo, los

tribunales, los medios de difusión, los grupos de interés y los expertos intervienen en un proceso continuo de debate, iniciando con expresiones de preocupaciones y terminando en decisiones concretas (Peschard, 2013).

En este proceso cada etapa de la liberación tiene su propia función. Las partes exponen problemas y formulan soluciones; el electorado analiza programas y candidatos, y se expresa a favor de uno de ellos; la mayoría legislativa traduce los programas en leyes, en un debate constante con la oposición; por último la discusión se traslada al jefe del ejecutivo y el gabinete, donde se traduce en políticas específicas (Majone, 1997).

Este es un modelo idealizado de la elaboración democrática de las políticas que no tienen en cuenta la acción del poder y la influencia, La distribución desigual del conocimiento, el bajo nivel de participación ciudadana activa entre otros factores que figuran primordialmente en las teorías modernas de la política pública.

Todo político debe entender que se requieren argumentos no solamente para aclarar su posición respecto a un problema, sino también para atraer más simpatizantes (Majone, 2005). Aún cuando una política se explique mejor por las acciones de un grupo de interés, quienes traten de justificarla deberán apelar al interés público y los méritos intelectuales del caso. La implementación de una política pública estará en clara desventaja si se elabora solamente en términos de poder, influencia y regateo.

Cuando se intersecan, la ciencia, la tecnología y la política entran en grave conflicto diferentes actitudes, perspectivas y reglas de la argumentación (Majone en Aguilar, 2005). Los criterios científicos chocan con las normas legales de las evidencias y con las nociones políticas de lo que constituye una base suficiente para la acción.

Cada vez en mayor medida, el debate público a cerca de las decisiones reguladoras de la calidad ambiental y de salud pública tienden a asemejarse a los procedimientos litigiosos de un tribunal, pero con una diferencia importante: no existen reglas procesales generalmente aceptadas.

A fin de decidir racionalmente, el diseñador de políticas debe especificar sus objetivos, establecer los distintos medios por los que pueden alcanzarse, evaluar las consecuencias de cada alternativa y seleccionar la acción que maximice los beneficios netos (Majone, 2005). Esta es la estructura lógica de las decisiones de asignación de recursos y es la misma independientemente de quien tome las decisiones sean los consumidores individuales, los empresarios privados o los administradores y creadores de políticas públicas.

La deliberación y la política pública se ocupan principalmente del establecimiento de metas y de la delimitación de los medios necesarios para su logro y la función más importante de la deliberación pública y la elaboración de políticas es la definición de las normas que determinan cuándo deberán considerarse ciertas condiciones como problema de política (Camou, 1995).

Muchos de los problemas de los que se espera ahora que se ocupen los gobiernos democráticos, principalmente los de tipo ambiental, no eran considerados como problemas de política hace unos pocos decenios. Lejos de esperar en actitud pasiva la estipulación de los valores públicos a los que habrán de servir, los analistas e investigadores de políticas participan a menudo profundamente en el proceso de fijación de normas (Majone, 2014). Un ejemplo de ello es la innovación representada por las leyes para el control de la contaminación, como la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental de 1971 (DOF, 1971); la Ley Federal de Protección al Ambiente de 1982 (DIF, 1982) y la que rige actualmente la política ambiental la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente de 1988 (DOF, 1988); el desarrollo, a lo largo del tiempo, de esta legislación se ha visto influenciada por una serie de cambios de las diferentes secretarías que han tratado de establecer acciones correspondientes de acuerdo a su función gubernamental.

Por ejemplo Lezama (2008) llevo a cabo entre 1979 y 1996 un estudio para tratar de identificar la construcción social y política del medio ambiente tomando como lógica de que existen ciertos problemas que su existencia puede ser demostrada con datos y cifras existentes. Sin embargo, éstos no son reconocidos socialmente. Algunos problemas pueden ser reconocidos por un grupo de expertos, pero negados por otros. Otros pueden surgir por

daños a la salud o a la naturaleza, la infraestructura o la economía. A veces ciertos sectores de la población perciben el daño pero no siempre lo asocian con factores ambientales.

Para la reconstrucción social Lezama (2008) entrevistó a diferentes grupos para ver cuál era su percepción en cuanto a la contaminación del aire. Los grupos gubernamentales decían que no era un problema tan grave como lo hacían ver los ecologistas; los científicos decían que era un problema muy grave de salud pública y los grupos de los partidos políticos de izquierda decían que el gobierno no tenía la capacidad ni la voluntad de solucionar el problema de contaminación del aire, ya que no se habían implementado normas o leyes estrictas para reducir la contaminación atmosférica.

Desde el punto de vista conceptual, puede distinguirse entre el establecimiento de normas y su uso, en la búsqueda de soluciones que satisfagan la legislación vigente. Esta distinción es análoga a la dicotomía tradicional entre política y administración, la cual se ha utilizado para apoyar la doctrina de que los líderes políticos fijan las políticas, mientras que los administradores y los expertos deben encontrar los medios apropiados para su implementación.

En la práctica resulta difícil separar la elaboración de políticas de la administración, o el establecimiento de normas del uso de tales normas, en parte por el hecho de que los mandatos legislativos son a menudo tan vagos, ambiguos o contradictorios que no hay patrones claros para su aplicación por parte de los administradores o expertos.

En virtud de que la incertidumbre es tan generalizada en la elaboración de políticas, cuentan mucho los valores de los administradores y expertos; por lo tanto al trazar la distinción conceptual entre la elaboración de normas o de políticas, por una parte, y el uso administrativo de las normas, por otra parte, debemos tener cuidado de evitar la idea de que las políticas y la administración ocupan dos esferas completamente separadas o que son responsabilidades de dos grupos de personas completamente distintos (Lezama, 2008).

7.3 El rol de las Organizaciones No Gubernamentales (ONGs) en la política pública ambiental

La aparición de la sociedad civil en la participación de la política pública es relativamente reciente, incluso en sociedades donde la ciudadanía ha tenido una participación importante dentro de las decisiones públicas (Valencia, 2012).

Hasta hace pocas décadas la tensión sobre quien decide en los asuntos públicos estaba centrada en el Estado o el mercado. Los estadistas y liberalistas luchaban por imponer su visión sobre la forma más adecuada y pertinente de tomar decisiones. Los estadistas argumentaban que la legitimidad, imparcialidad y búsqueda de equidad que tenía el Estado lo hacía el actor ideal para la toma de decisiones sociales y los liberalistas del mercado defendían la libre iniciativa y dinámica de la oferta y la demanda como mecanismo de elección social (Valencia, 2012).

Estados Unidos de Norteamérica durante buena parte de los siglos XIX y XX lo que hizo fue que los ciudadanos buscaran incidir en la toma de decisiones agrupándose de distintas maneras, pues consideraban que así se lograba vincular los intereses sociales con el Estado.

En las últimas décadas, en la mayoría de los países con sistemas políticos democráticos ha resurgido la sociedad civil como actor político promoviendo diferentes temas en la agenda pública tales como: protección al medio ambiente, derechos humanos, igualdad de género, en general se involucra y defiende cuestiones de su interés; por lo que ahora en los países con sistemas democráticos lo que había prevalecido como una democracia representativa, ahora lo que se quiere es también, una democracia participativa.

El reconocimiento formal de las ONGs es a partir del artículo 71 de la carta de las Naciones Unidas en 1945 el cual establece que “El Consejo Económico y Social podrá hacer arreglos adecuados para celebrar consultas con organizaciones no gubernamentales que se ocupen en asuntos de la competencia del Consejo.”(Naciones Unidas, 2017); por lo tanto el concepto de Organización No Gubernamental es atribuible a la Organización de las Naciones Unidas (ONU).

El rol de las organizaciones no gubernamentales (ONGs) es un elemento central en el discurso y la preocupación por el ambiente y el desarrollo sustentable. Hay numerosos acuerdos internacionales, declaraciones y planes de acción que han subrayado la importancia y necesidad de avanzar hacia el desarrollo sustentable a través de una mayor participación ciudadana, pero es en la Declaración de Río sobre Ambiente y Desarrollo (1992) donde se le da una participación formal a las ONGs y que estas puedan participar legítimamente en las decisiones del estado en cuestiones ambientales (Ryan, 2001).

La declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo fue firmada por más de cien jefes de estado y de gobierno y en su principio 10 establece que “El mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la participación de todos los ciudadanos interesados, en el nivel que corresponda... Los Estados deberán facilitar y fomentar la sensibilización y la participación de la población poniendo la información a disposición de todos...”

En México la sociedad organizada tiene sus antecedentes entre 1910 y 1912 con la fundación de las cajas de ahorro, con la Confederación de Círculos Obreros, más tarde en 1951 con el Frente Mexicano pro Derechos Humanos, el Movimiento Familiar Cristiano, entre otros, en los últimos años el Movimiento Estudiantil Popular de 1968 y el Comité Eureka de Rosario Ibarra de Piedra en 1977; entre 1980 y 1996 se empieza a organizar la sociedad civil por los diferentes acontecimientos y la nula respuesta del Gobierno Federal tales como la explosión de las gaseras de San Juan Ixhuatepec y el enorme movimiento de solidaridad luego de los sismos de 1985 (Alvarez, 1996).

Estos acontecimientos propiciaron que la sociedad civil, organizada a través de las ONG's comenzara a exigir el derecho a estar informada y el derecho a participar en la gestión del medio ambiente. Así a partir de 1994, la participación de la sociedad civil comenzó a ser ingrediente agregado en la tramitación de expedientes administrativos y la presencia de las ONG's es más significativa. Si bien esto refleja un aumento significativo de la atención de la sociedad hacia procesos ambientales, es necesario incorporar a sectores cada vez más amplios al proceso de diseño, discusión, ejecución y vigilancia de la política ambiental (Alfaro, Limón, Martínez, & Tijerina, 2009).

En la mayor parte de los discursos sobre desarrollo sustentable, el concepto de participación ciudadana es la piedra angular sobre la que se finca un modelo de desarrollo económica, ecológica y socialmente aceptable. El involucramiento de la sociedad en la construcción, diseño, implementación y evaluación de la política ambiental es un prerequisite cuando se habla de desarrollo sustentable, por lo que las políticas públicas deben diseñarse de manera que la protección al medio ambiente se encuentre ligada al desarrollo económico (Pacheco & Vega, 2001).

Existe una gran variedad de modalidades de participación del público en la esfera política y es discutible el papel que tiene la participación ciudadana en los instrumentos de política ambiental de que disponen los gobiernos, ahí la participación ciudadana está incluida en leyes, programas y planes de desarrollo. Sin embargo dicha participación encierra una diversidad de conflictos, como por ejemplo, ¿Quiénes deben participar?, ¿bajo qué modalidad debe darse esa participación?, ¿en realidad se está participando?, porque muchas de las veces la participación es solamente para aprobar y no para proponer.

Existen varios niveles de participación, según Sherry Arnstein citado en (Pacheco & Vega, 2001) la participación ciudadana sigue un nivel ascendente, en la cual los peldaños del fondo son los niveles en los que no existe participación en ellos el gobierno manipula y proporciona terapia; en los niveles intermedios existe una cierta tendencia a no incluir la voz del público en la toma de decisiones, en este nivel solamente se permite la consulta y la información y el público toma el papel de consejero del gobierno. En los niveles máximos se pretende que el ciudadano gobierne junto con el gobierno lo cual representa el objetivo de las sociedades verdaderamente democráticas y sustentables: lograr que el ciudadano gobierne.

No existe una forma de medir de manera cuantitativa, el grado de penetración en el gobierno o el nivel de influencia de las modalidades de participación ciudadana en la política pública. Sin embargo podría esperarse que la política pública esté orientada hacia la sustentabilidad si las modalidades de participación ciudadana se encuentran en los niveles más altos (Pacheco & Vega, 2001).

En muchos casos de control de contaminación y sobre todo cuando se trata de conservación y mejora ambiental, existe conflicto de intereses; la imposición de reglas por parte del Estado no es la mejor opción. Los conflictos deben resolverse de manera consensual a través de acuerdos de los interesados, incluyendo los representantes del interés público, en política ambiental es posible desarrollar un proceso de mediación a través de la selección de un árbitro neutral. Este es un instrumento novedoso y está directamente orientado hacia la redefinición de los patrones de interacción entre las partes interesadas, creando las condiciones de confianza y credibilidad mutua para facilitar la construcción del consenso.

7.4 Instrumentos de la política ambiental para el control de la contaminación del aire

La política ambiental mexicana tiene como fundamento a la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Los artículos más importantes de la Constitución relacionados con la protección al ambiente son:

El Artículo 4 reconoce el derecho que tiene la población a la protección de la salud y a disfrutar de un ambiente sano.

El Artículo 25 promueve el desarrollo sustentable de la economía y la protección al ambiente.

El artículo 27 asigna responsabilidad a los niveles federales, estatales y municipales para el desarrollo y conservación de los recursos naturales para lograr el desarrollo sustentable del país.

El artículo 73 declara que los gobiernos federales, estatales y municipales pueden expedir leyes y reglamentos para la protección, preservación y restauración ambiental del equilibrio ecológico.

En materia de normatividad de contaminación del aire, México cuenta con varios instrumentos jurídicos que permiten prevenir y controlar la contaminación atmosférica. Entre ellos están:

1.- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) (DOF, 2016). La LGEEPA es de aplicación nacional y establece las obligaciones de las autoridades del orden federal y local. Tiene por objeto formular y conducir la política ambiental nacional en materia de atmósfera, establecer las bases para la preservación, la restauración y el mejoramiento del medio ambiente, así como la prevención y el control de la contaminación del aire. Asimismo, define los principios de la política ambiental, los instrumentos para su aplicación, así como las competencias y coordinación de las autoridades a nivel federal, estatal y municipal. La Ley en su título IV Protección al Ambiente, capítulos I y II establecen los artículos sobre prevención y control de la contaminación de la atmósfera. En ellos se hace referencia específica a los instrumentos de política, mecanismos y procedimientos necesarios para controlar, reducir o evitar la contaminación de la atmósfera.

Es la base que deben considerar las autoridades federales, estatales y municipales para la formulación de las políticas públicas para el control de la contaminación atmosférica.

2.- Reglamento en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica (DOF, 2014). El reglamento rige en todo el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en lo que se refiere a la prevención y control de la contaminación atmosférica.

El reglamento define los procedimientos técnico-administrativos a que están sujetas las fuentes emisoras de contaminantes de jurisdicción federal, como son por ejemplo las licencias de funcionamiento y la cédula de operación anual. Cabe decir que derivado de los cambios relativamente recientes a la LGEEPA, se inició la aplicación de nuevos mecanismos de regulación directa de las actividades industriales, de tal forma que se creó una Licencia Ambiental Única (LAU) y una Cédula de Operación Anual (COA), de carácter inmediato.

Este instrumento es la base para que las autoridades puedan ejercer el control del tránsito vehicular y el funcionamiento de las industrias, ya que a nivel estatal el control industrial es en base a la COA.

3.- La Ley General de Salud (LGS) (DOF, 2016), establece que es materia de salubridad general la prevención y el control de los efectos nocivos de los factores ambientales en la salud del hombre. Por ello, las autoridades sanitarias tienen la facultad de establecer las normas, tomar las medidas y realizar las actividades tendientes a la protección de la salud humana ante los riesgos y daños dependientes de las condiciones del ambiente.

Tanto la LGEEPA como la LGS prevén la creación de NOM como instrumentos que ayudan al cumplimiento del derecho al medio ambiente sano y la protección a la salud. De acuerdo a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN), éstas son regulaciones técnicas obligatorias que establecen las características que deben reunir los productos, procesos o servicios cuando estos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas, o dañar la salud humana, animal, vegetal, el medio ambiente general y laboral o para la preservación de recursos naturales. Una vez aprobadas por el Comité de Normalización respectivo, se expiden por la dependencia competente y se publican en el Diario Oficial de la Federación (DOF).

En materia de calidad del aire, existen NOM de salud ambiental (SSA) aprobadas por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario y expedidas por la Secretaría de Salud, que establecen los criterios para evaluar la calidad del aire y determinan el valor permisible para la concentración de contaminantes criterio, es decir, el ozono (O_3), el monóxido de carbono (CO), bióxido de azufre (SO_2), bióxido de nitrógeno (NO_2), partículas menores a 10 micras (PM_{10}) y plomo (Pb).

Por su parte, las NOM expedidas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en materia de calidad del aire son aprobadas por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales y establecen los métodos de medición para la concentración de los contaminantes criterio mencionados anteriormente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

Estas normas son la base para el control de la calidad del aire tanto a nivel federal como estatal y sirven como parámetro para establecer condiciones de emisión tanto a los automóviles como a las industrias.

4.- Normas Oficiales Mexicanas. La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) emite una serie de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que regulan las emisiones de contaminantes provenientes de fuentes fijas (como por ejemplo, la industria química, la industria del vestido, la industria mineral metálica, etc.) y fuentes móviles (como por ejemplo, autos particulares, camiones, etc.); dichas normas están dirigidas a restringir a ciertos niveles las emisiones de óxidos de azufre, óxido de nitrógeno, partículas, compuestos orgánicos volátiles y monóxido de carbono. También establece la normatividad que regula la calidad de los combustibles y establece los requerimientos técnicos de los métodos empleados para medir los contaminantes más comunes en el aire.

Existen normas para: Fuentes fijas, Fuentes móviles, Calidad de los combustibles, Calidad del aire, Monitoreo atmosférico.

4.1 Normas Oficiales Mexicanas para fuentes fijas.

Las NOM para fuentes fijas permiten a las autoridades establecer políticas de control de emisiones en cuanto al funcionamiento y uso de equipos de control de contaminantes atmosféricos; y en base a estas restricciones podemos establecer cuáles son los instrumentos que se han utilizado para establecer las políticas públicas para el control de emisiones atmosféricas. Las normas para fuentes fijas son las siguientes:

NOM-039-SEMARNAT-1993 (DOF, 1993).- Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de bióxido y trióxido de azufre y neblinas de ácido sulfúrico, en plantas productoras de ácido sulfúrico.

NOM-040-SEMARNAT-2002 (DOF, 2002).- Protección ambiental, fabricación de cemento hidráulico, niveles máximos permisibles de emisiones a la atmósfera.

NOM-043-SEMARNAT-1993 (DOF. 1993).- Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.

NOM-046-SEMARNAT-1993 (DOF, 1993).- Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de bióxido de azufre, neblinas de trióxido de azufre y ácido sulfúrico, provenientes de procesos de producción de ácido dodecibencensulfónico en fuentes fijas.

NOM-075-SEMARNAT-1995 (DOF 2012).- Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de compuestos orgánicos volátiles provenientes del proceso de los separadores agua-aceite de las refinerías de petróleo.

NOM-085-SEMARNAT-2011) (DOF, 2012).- Contaminación atmosférica, niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto por combustión.

NOM-097-ECOL-1995.- Que establece los límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de material particulado y óxidos de nitrógeno en los procesos de fabricación de vidrio en el país.

NOM-105-ECOL-1996 (DOF, 1996).- Que establece los niveles máximos permisibles de emisiones a la atmósfera de partículas sólidas totales y compuestos de azufre reducido total provenientes de los procesos de recuperación de químicos de las plantas de fabricación de celulosa.

NOM-121-ECOL-1997.- Que establece los límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de compuestos orgánicos volátiles (COV's) provenientes de las operaciones de recubrimiento de carrocerías nuevas en planta de automóviles, unidades de uso múltiple, de pasajeros y utilitarios; carga y camiones ligeros, así como el método para calcular sus emisiones.

NOM-123-ECOL-1998 (DOF,1998).- Que establece el contenido máximo permisible de compuestos orgánicos volátiles (COV's), en la fabricación de pinturas de secado al aire base disolvente para uso doméstico y los procedimientos para la determinación del contenido de los mismos en pinturas y recubrimientos.

4.2 Normas Oficiales Mexicanas para fuentes móviles.

Las siguientes normas nos ayudan a identificar las políticas públicas que se han usado en el AMM para el control de emisiones vehiculares.

NOM-041-ECOL-1999 (DOF, 1999).- Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

NOM-042-SEMARNAT-2003.- Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas suspendidas provenientes del escape de vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,875 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diesel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.

NOM-044-semarnat-12006 (DOF, 2006).- Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.

NOM-045-SEMARNAT-2006 (DOF, 2007).- Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diesel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

NOM-047-SEMARNAT-2014 (DOF, 2014).- Que establece las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de contaminantes, provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.

NOM-048-SEMARNAT-1993 (DOF, 1993).- Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono y humo, provenientes del escape de las motocicletas en circulación que utilizan gasolina o mezcla de gasolina-aceite como combustible.

NOM-049-SEMARNAT-1993 (DOF, 1993).- Que establece las características del equipo y el procedimiento de medición, para la verificación de los niveles de emisión de gases contaminantes, provenientes de las motocicletas en circulación que usan gasolina o mezcla de gasolina-aceite como combustible.

NOM-050-SEMARNAT-1993 (DOF, 1993).- Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.

NOM-076-SEMARNAT-2012 (DOF, 2012).- Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizaran para la propulsión de vehículos automotores, con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta.

4.3 Normas Oficiales Mexicanas para la calidad de los combustibles

NOM-051-SEMARNAT-1993 (DOF, 1993).- Que establece el nivel máximo permisible en peso de azufre, en el combustible líquido gasóleo industrial que se consuma por las fuentes fijas en la zona metropolitana de la Ciudad de México.

NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005 (DOF, 2006).- Especificaciones de los combustibles fósiles para la protección ambiental.

4.4 Calidad del aire

Las normas de calidad del aire establecen las concentraciones máximas de contaminantes en el ambiente que no debieran ser excedidas con determinada frecuencia, a fin de garantizar la protección de la salud de la población, inclusive la de los grupos más susceptibles como los niños, los ancianos y las personas con enfermedades respiratorias crónicas, entre otros.

En México se norman los siguientes contaminantes atmosféricos: bióxido de azufre (SO_2), monóxido de carbono (CO), bióxido de nitrógeno (NO_2), ozono (O_3), partículas suspendidas totales (PST), partículas menores a 10 micrómetros de diámetro (PM_{10}) y plomo (Pb). A continuación se enuncia la norma para cada contaminante.

En base a las siguientes normas podremos identificar cuales instrumentos y políticas se han usado en el AMM para el control de la contaminación del aire.

NOM-020-SSA1-1993 (DOF, 2002).- Criterios para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al ozono (O_3). Valores normados para la concentración de ozono (O_3) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población, para quedar como Norma Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar el valor límite permisible para la concentración de ozono (O_3) de la calidad del aire ambiente. Criterio para evaluar la calidad del aire.

NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1994).- Criterios para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al Monóxido de carbono (CO). Valor permisible para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.

NOM-022-SSA1-2010 (DOF, 2010).- Criterios para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al bióxido de azufre (SO_2). Valor normado para la concentración de bióxido de azufre (SO_2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.

NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994).- Criterios para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al bióxido de nitrógeno (NO₂). Valor normado para la concentración de bióxido de nitrógeno (NO₂) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.

NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014).- Valores límite permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM₁₀ y PM_{2.5} en el aire ambiente y criterios para su evaluación.

4.5 Monitoreo atmosférico

El monitoreo atmosférico es la determinación de la cantidad de una sustancia o contaminante presente en el aire en un lugar y en un tiempo determinado. A través de él se puede dar seguimiento en tiempo y espacio a la calidad del aire de un lugar determinado.

En México, para llevar a cabo las mediciones de las concentraciones de los contaminantes en el aire se emplean técnicas y procedimientos estandarizados que fueron publicados como Normas Oficiales Mexicanas, las cuales son referidas a continuación.

Con base en las siguientes normas podremos identificar que tanto ha invertido el gobierno en cuanto al uso de los equipos de medición de concentración de contaminantes.

NOM-034-SEMARNAT-1993 (DOF, 1993).- Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

NOM-035-SEMARNAT-1993 (DOF, 1993).- Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y el procedimiento para la calibración de los equipos de medición

NOM-036-SEMARNAT-1993 (DOF, 1993).- Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de ozono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

NOM-037-SEMARNAT-1993 (DOF, 1993).- Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

NOM-038-SEMARNAT-1993 (DOF, 1993).- Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de azufre en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

7.5 Políticas públicas para el control de la contaminación del aire a nivel federal

La disminución de la calidad del aire debido a la contaminación atmosférica en zonas urbanas es producto de un conjunto de factores como la cantidad y calidad de los combustibles utilizados por los distintos procesos industriales, las actividades productivas y de población y por las condiciones meteorológicas (locales y globales) y fisiográficas que modifican la química atmosférica.

La importancia del control de la contaminación atmosférica tiene que ver no sólo con los daños directos que causa a la salud del ser humano (enfermedades, hipersensibilidad), a la flora y la fauna (alteraciones foliares, reducción del crecimiento, pérdida de especies) o las alteraciones al medio ambiente (atenuación de la radiación solar, aumento de emisiones calóricas, cambios en la precipitación), sino también con los impactos negativos sobre la economía como resultado de las pérdidas derivadas de los efectos directos e indirectos, así como por los gastos relacionados con la aplicación de medidas para controlar dicha contaminación.

En México, hasta hace pocos años se consideraba que este deterioro era exclusivo de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). Si bien es cierto que la gravedad del problema de la contaminación varía entre ciudades, también lo es que a la fecha la lista de urbes con problemas de calidad del aire incluyen a la Zona Metropolitana de Monterrey (ZMM), a la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG), a las ciudades de Minatitlán, Coatzacoalcos, Puebla, Saltillo, Monclova, Lázaro Cárdenas, Ciudad Juárez, Tijuana y la Zona Lerma- Toluca

(ZMVT), debido al crecimiento poblacional e industrial acelerado en los últimos años (INEGI-SEMARNAP, 1998).

A fin de mejorar la calidad del aire en diversas ciudades mexicanas, desde principio de la década de 1990 se han implementado en diferentes ciudades programas para el mejoramiento de la calidad del aire, conocidos informalmente como «Proaires». Los ProAire incorporan medidas concretas para el abatimiento y control de las emisiones de contaminantes, se fundamentan en la relación existente entre la emisión de los contaminantes por las fuentes que los producen, el impacto que ocasionan en la calidad del aire y sobre la salud de las personas.

La LGEEPA establece que las autoridades deben ejecutar programas de reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera provenientes de las fuentes de jurisdicción federal; esto es, la SEMARNAT en coordinación con otras dependencias del gobierno federal son responsables de implantar programas para disminuir las emisiones de las industrias de jurisdicción federal y de los vehículos automotores nuevos en planta. Así mismo, la LGEEPA indica que corresponde a las autoridades locales elaborar programas de gestión para mejorar la calidad del aire en las entidades y someterlos a la SEMARNAT para su aprobación, así como instrumentar programas de verificación de las emisiones vehiculares.

La LGEEPA establece el enfoque de coordinación de los tres niveles de gobierno para elaborar los ProAire, ya que si bien cada nivel de gobierno tiene sus responsabilidades claramente definidas, es necesario concurrir para establecer programas integrales con objetivos comunes y congruentes.

El propósito fundamental de la elaboración de un ProAire, es reducir las emisiones de las principales fuentes de contaminación, o prevenir futuras contingencias que provoque cualquier deterioro ambiental y de salud a la población. La SEMARNAT ha atendido los problemas de contaminación atmosférica en zonas urbanas mediante la elaboración de estos ProAire, de manera coordinada con autoridades estatales, municipales y con la participación de los sectores académico, privado y no gubernamental de cada ciudad.

Entre los principales ProAire se encuentran: el Programa Integral contra la Contaminación Atmosférica 1990-1995; el Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 1995-2000 (PROAIRE); el Programa de Administración de la Calidad del Aire del Área Metropolitana de Monterrey 1997-2000 (PACADAMM); el Programa para el Mejoramiento de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de Guadalajara 1997-2001; el Programa para el Valle de Toluca 1997-2000 (Aire Limpio); el Programa de Gestión de la Calidad del Aire de Ciudad Juárez 1998-2002 y el Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2002-2010 (CAM 2002, Semarnap y GEM 1997).

Los ProAires constituyen uno de los principales instrumentos desarrollados para revertir las tendencias del deterioro de la calidad del aire en las principales ciudades de México. Estos programas incluyen medidas concretas para el abatimiento y control de las emisiones de contaminantes. Considerando que estos programas se elaboran con base en un diagnóstico específico de la ciudad en cuestión y en función de ello se identifican una serie de estrategias, instrumentos y medidas, existen semejanzas y diferencias entre los mismos.

Programa de Medio Ambiente 1995-2000

México, a través de los Planes Nacionales de Desarrollo, ha implementado diversas políticas públicas para el mejoramiento de la calidad del aire en el territorio nacional, por ejemplo en el Plan Global de Desarrollo 1980-1982, que fue el primer instrumento de planeación nacional, ya se mencionan estrategias de prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo, pero uno de los más eficaces ha sido el Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000. De la consulta popular para la integración del Plan Nacional de Desarrollo surgieron diversas propuestas, mismas que se consideraron en la elaboración del Programa de Medio Ambiente 1995-2000. En el Plan se Proponen estrategias, proyectos y acciones prioritarias para el desarrollo del país y la protección al ambiente entre las cuales destacan:

Modernización de la regulación ambiental

Metas.

Incrementar la eficiencia del sistema regulatorio ambiental, ampliando sus alcances y oportunidades y minimizando costos sociales

Diseñar y promover nuevos mecanismos de regulación ambiental que amplíen los horizontes de gestión gubernamental y de participación de la sociedad

Enviar nuevas señales para los actores económicos que orienten decisiones de producción y consumo hacia la convergencia con objetivos colectivos de protección ambiental

Promover el cambio tecnológico con un enfoque preventivo, buscando que la regulación ambiental induzca procesos productivos más limpios y competitivos

Establecer un horizonte de certidumbre y de reglas claras que dé seguridad a la inversión y promueva decisiones a largo plazo en favor de la protección ambiental

Generar oportunidades que promuevan de manera permanente la adaptación tecnológica y el desarrollo de nuevas opciones productivas

Generar una atmósfera de confianza y cooperación entre la autoridad ambiental y el sector privado, buscando convergencias y estrategias comunes.

Normatividad

Es indispensable plantearse nuevas rutas de normatividad en cuanto a integración ambiental y cobertura sectorial. Debe explorarse la manera de superar el enfoque normativo que aplica sólo contaminante por contaminante para cada uno de los diferentes medios (aire, agua, suelo), para acceder a nuevos sistemas de regulación que confronten de manera consistente todo el espectro de impactos ambientales generados por las ramas de actividad económica que merecen una atención prioritaria. Esto, por otro lado, permitiría tomar en consideración aspectos de productividad, posibilidades de cambio tecnológico y eficiencia

ambiental global, lo que nos acercaría a conciliar objetivos de protección ambiental con objetivos de competitividad.

Algunos de estos lineamientos empiezan a incorporarse en la normatividad ambiental mexicana. Así, por ejemplo, la NOM0-85 que limita emisiones en procesos de combustión, contempla la creación de burbujas regionales atendiendo a la presencia de SO₂ en diferentes regiones del país, y genera adicionalmente un mercado de derechos de emisión transferibles, incorporando a todas las empresas grandes que tienen procesos de combustión.

Las normas primarias de calidad del aire, emitidas por la Secretaría de Salud, ejemplifican asimismo metas claras en materia de calidad en ecosistemas. Existe en este caso un problema de delimitación de responsabilidades en materia de su cumplimiento, pero es innegable que representan un sólido avance. Las autoridades ambientales deben apoyar, a través de diversos mecanismos, a los estados y municipios para establecer procesos de gestión que lleven a un cumplimiento creciente.

Instrumentos económicos

Lo que se contemplaba en este rubro era impulsar una política de largo plazo en materia de precios de combustibles (especialmente gasolinas), que tendiera a internalizar costos ambientales, contemplando diferencias entre regiones y que a la vez constituyera un instrumento que contribuyera a lograr una serie de objetivos, entre los que destacan los siguientes:

Mejorar el ambiente a través de reducir el consumo de combustibles, por sus múltiples impactos negativos sobre la atmósfera y los ecosistemas

Enviar a los agentes económicos una señal de largo plazo que indique que el consumo de combustible será más costoso, para que incorporen esto como un dato de planeación a futuro

Desarrollar infraestructura y fuentes alternativas de energía que inhiban el uso de combustibles fósiles

Cumplir con las normas de calidad del aire en zonas urbanas

Modificar los patrones de funcionamiento urbano y la estructura territorial espacial de las ciudades

Contribuir a la disminución de la generación de gases invernadero

Introducir nuevas tecnologías automotrices de creciente eficiencia energética y ambiental

Autorregulación

No en todos los casos resulta eficiente y aún factible imponer de manera coactiva desde la autoridad ambiental condicionantes técnicas y de procesos a las actividades productivas. En muchas ocasiones resulta mucho más conveniente, tanto desde el punto de vista público como privado, construir de manera concertada sistemas de autorregulación, que cumplan con una serie de objetivos, entre los que destacan:

Superar la normatividad oficial o cubrir vacíos normativos

Fomentar un enfoque de calidad ambiental total a los procesos productivos

Promover la corresponsabilidad y la iniciativa del sector privado en el cumplimiento de objetivos sociales ambientales

Cumplir con metas sociales adicionales de protección ambiental de una manera costo/efectiva

Descentralizar compromisos y funciones de gestión ambiental

Promover la imagen corporativa de empresas o de ramas industriales que asuman iniciativas ambientales

Normas voluntarias. La normatividad voluntaria consiste en acuerdos entre empresas y la autoridad ambiental para llevar las exigencias ambientales más allá de lo que plantean las normas oficiales, o bien para llenar vacíos normativos.

Certificación de productos y procesos. La certificación de productos es otra iniciativa de autorregulación que obedece a exigencias del mercado internacional y, crecientemente, de demandas domésticas. A través de ella se busca diferenciar productos, de manera que se premie aquellos que se manufacturan con tecnologías de mayor calidad ambiental o menos impactantes del medio ambiente.

Auditorias

Esta acción se fundamenta en la participación voluntaria empresarial, para la prevención y control de la contaminación industrial. Enfocada en un inicio a la industria más grande y de mayor riesgo en el país, así como a la industria paraestatal, la estrategia se hará extensiva a todas las industrias en general, particularmente a aquellas que participan en los flujos comerciales que se operan en el marco de tratados de libre comercio, así como a las que dedican su producción parcial o total a la exportación hacia cualquier país.

Se buscará fortalecer las auditorías ambientales como instrumento voluntario de prevención y control de la contaminación industrial, a través de convenios con las empresas y buscando que sus efectos se difundan a lo largo de toda la estructura productiva.

Como contraparte a las sanciones, se establecerá un programa de estímulos y reconocimientos con el fin de promover en forma equitativa la observancia de las leyes, reglamentos, normas y programas ambientales.

Regulación directa

Es necesario que la emisión de las licencias y autorizaciones, a través de las reformas reglamentarias necesarias, se constituyan en un instrumento consolidado de gestión y documentación ambiental y se vinculen, en materia industrial, con emisiones a la atmósfera, materiales, residuos y actividades peligrosas y descargas de aguas residuales.

Este sistema consolidado de licenciamiento ambiental debe optimizar los recursos institucionales y de información, reducir costos, carga administrativa y burocracia, a la vez que debe hacer transparentes los procedimientos de expedición por medio de un sistema de

ventanilla única, que tienda, en la medida que esto vaya resultando eficiente y factible, a organizar de manera unificada los trámites con todos los usuarios de los servicios gubernamentales de regulación ambiental.

Evaluación de impacto ambiental

El procedimiento de evaluación de impacto ambiental debe implicar una capacidad práctica para hacer compatibles objetivos de desarrollo económico y social con criterios ambientales, y ofrece la oportunidad de tomar decisiones correctas haciendo un uso socialmente óptimo de los recursos económicos y ecológicos de la sociedad. Esto puede facilitarse cuando exista un ordenamiento ecológico del territorio, donde la evaluación de impacto ambiental se convierte en un instrumento de segundo piso, que aporta en un nivel más fino, criterios específicos de mitigación de impactos a proyectos que en principio estarían permitidos por el ordenamiento ecológico territorial.

Es necesario reducir la discrecionalidad, y el burocratismo en la evaluación de impacto ambiental, logrando mayor eficiencia en el ejercicio de política al permitir una regulación más profunda y equilibrada con los distintos instrumentos disponibles como son la normatividad, el ordenamiento ecológico, las licencias de funcionamiento y cédulas de operación, y los planes de desarrollo urbano.

Programa de protección ambiental y competitividad industrial

La política ambiental debe edificarse a partir de nuevos principios, en donde la regulación ecológica entre en sinergia con un desarrollo industrial competitivo. Industriales y autoridades ambientales deben dejar de verse unos a otros como adversarios en un juego de suma cero, donde lo que uno cosecha para sus propios fines otro lo pierde. Ahora sabemos que la regulación ambiental puede y debe ser un eficaz impulsor de la posición competitiva

de la industria, a través de nuevos esquemas de cooperación, entre el gobierno y las empresas.

En lugar de imponer obstáculos en la senda del desarrollo industrial, la nueva política ambiental para la industria debe ofrecer oportunidades a las empresas para innovar de manera permanente en sus tecnologías y procesos en favor de la protección ambiental; para ello se impulsarán los siguientes proyectos y acciones:

Nuevo sistema normativo para aguas residuales

Desarrollo de la normatividad de emisiones a la atmósfera a partir de burbujas para SO_x y NO_x· Desarrollo de instrumentos económicos en materia de contaminación atmosférica y de residuos

- Promoción de una reforma fiscal ecológica
- Promoción de normas voluntarias
- Desarrollo del sistema de auditorías ambientales con énfasis en las industrias exportadoras
- Desarrollo de sistemas de certificación ambiental
- Consolidación multimedios de los sistemas de regulación directa· Sistema de ventanilla única para regulación directa
- Reestructuración de prestadores de servicios en Evaluación de Impacto Ambiental
- Finalización del rezago en Evaluación de Impacto Ambiental
- Revisión metodológica y sistema de seguimiento de condicionantes y de aplicación de medidas compensatorias en Evaluación de Impacto Ambiental

Actualmente (2016) México cuenta con un Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 y uno de los objetivos es Reducir emisiones de gases de efecto invernadero para transitar a una economía competitiva y a un desarrollo bajo en emisiones. Este objetivo se articula con la meta nacional del PND México Próspero, particularmente con la estrategia para fortalecer la política nacional de cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono.

7.6 Políticas públicas para el control de la contaminación del aire en el Área Metropolitana de Monterrey

Las políticas públicas que se han implementado en el Área Metropolitana de Monterrey han estado contempladas en los planes estatales de desarrollo y los programas de administración de la calidad del aire.

Programa de Administración de la Calidad del Aire del Área Metropolitana de Monterrey 1997-2000

Son diversas las causas que, a través del tiempo, han conducido al estado actual de contaminación de la cuenca atmosférica del Área Metropolitana de Monterrey (AMM). Desde la década de los años cuarenta el despegue industrial en el estado de Nuevo León trajo consigo la concentración de la planta industrial en Monterrey. El periodo de mayor crecimiento de este sector se dio en los años sesenta debido, entre otros factores, al despliegue de estrategias internas de fomento industrial tales como precios bajos de energéticos y bienes y servicios básicos como agua, transporte y manejo de residuos. La política de tarifas eléctricas contribuyó a diseños de alto consumo mientras que los bajos precios de las gasolinas facilitaron el crecimiento acelerado del parque vehicular sin imponer restricciones en cuanto a su rendimiento por viajero.

El dinamismo económico así originado coincidió con un proceso intenso de urbanización que ha desembocado en la extensión del Área Metropolitana de Monterrey. En este proceso de desarrollo se ha observado un crecimiento acelerado de las zonas periféricas que trajo consigo la expansión de los marcos espaciales de las actividades urbanas junto con un incremento agudo de la demanda de transporte masivo e individual y en el consumo de combustibles, lo que ha llevado a un deterioro gradual en la calidad del aire.

En este orden de ideas se elaboró el Programa de Administración de la Calidad del Aire del Área Metropolitana de Monterrey 1997-2000 siguiendo fielmente las directrices de política ambiental señaladas en el Plan Estatal de Medio Ambiente 1995-2020 que, siendo el primer plan ambiental a nivel de Estado que tomó como referencia el marco conceptual del Programa de Medio Ambiente 1995-2000 y el Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000.

El Programa de Administración de la Calidad del Aire del Área Metropolitana de Monterrey 1997-2000 contempla las siguientes metas, estrategias y acciones.

Meta general

Reducir el actual promedio anual del valor máximo diario de contaminación en el Área Metropolitana de Monterrey, de 70 puntos IMECA, a un promedio para el año 2000 de aproximadamente 50 puntos IMECA; y por consecuencia, reducir la probabilidad de poner en operación el Programa de Respuesta a Contingencias Ambientales.

Corto Plazo. Diciembre de 1997

- Asegurar la continuidad de las acciones del Programa a través de concientizar a la sociedad sobre su trascendencia.
- Revisar, completar y validar el inventario de emisiones contaminantes a la atmósfera provenientes de los sectores industria, servicios y transporte, así como de las fuentes biogénicas.

Mediano Plazo. Diciembre de 1998

- Desarrollar y operar un sistema computarizado que permita la consulta ágil y facilite la actualización permanente del Inventario de Emisiones.
- Contar con un sistema de evaluación de la contaminación causada por ruido.
- Completar la fase de implantación del Programa.

Largo Plazo. Diciembre de 2000

- Finalizar el diagnóstico de la contaminación por ruido en el Área Metropolitana de Monterrey.
- Reducir en cerca del 40% el número de días en que se rebasan las normas de calidad del aire de contaminantes criterio respecto a las ocurridas en 1996, pasando de un 18% a aproximadamente un 11%.

Estrategias

Ciencia y tecnología, educación, capacitación y comunicación

- Promover la realización de estudios de evaluación e investigación del problema de la contaminación del aire y de la contaminación por ruido.
- Gestionar apoyos económicos para el desarrollo de proyectos enfocados a resolver los problemas de contaminación prioritarios bajo un enfoque científico y tecnológico.
- Concertar con organismos e instituciones nacionales e internacionales la transferencia de tecnología.
- Fomentar la educación ambiental sobre todo en lo referente al impacto de la contaminación del aire y por ruido sobre la salud.

- Ampliar el conocimiento de la problemática de la contaminación del aire y de la contaminación por ruido.

Cooperación internacional

- Establecer convenios de cooperación y apoyo financiero con países e instituciones internacionales.

Coordinación intersectorial

- Propiciar la participación de los diferentes sectores de la sociedad en la evaluación y seguimiento de las acciones del Programa.

Gestión ambiental

- Diseñar y promover el establecimiento de mecanismos de financiamiento para la implantación de las acciones del Programa.
- Promover la integración de políticas metropolitanas de desarrollo urbano, transporte, vialidad y medio ambiente.
- Establecer un sistema de información geográfica referenciado al estado.
- Implantar un Programa de Respuesta a Contingencias Ambientales para el área metropolitana.
- Proponer reformas a la legislación vigente de manera que se establezcan claramente los mecanismos necesarios para alcanzar el objetivo del programa.

Prevención y control de la contaminación

- Incorporar nuevas tecnologías anticontaminantes.
- Promover la utilización de combustibles limpios.

- Aumentar la inspección y vigilancia de emisiones industriales y vehiculares a la atmósfera.
- Modernizar y reforzar el Programa de Verificación Vehicular.
- Reforzar las acciones de los programas de reducción de emisiones de partículas.
- Establecer una política de autorregulación con el sector industrial.

Plan de Acción

Ciencia y tecnología, educación, capacitación y comunicación.

- Realizar un estudio de evaluación y expansión y reforzamiento de la red de monitoreo de calidad del aire dentro del Área Metropolitana de Monterrey.
- Firmar un convenio con instituciones de educación superior para desarrollar actividades de capacitación, investigación e intercambio de información.
- Actualizar el inventario de emisiones para los sectores industria, comercio, servicios, transporte y suelos y vegetación.
- Actualizar el inventario de emisiones para los sectores industria, comercio, servicios, transporte y suelos y vegetación.
- Desarrollar una campaña de educación para la comunidad sobre la contaminación del aire y por ruido.
- Desarrollar una campaña de capacitación y de certificación de personal para el manejo adecuado de equipos de combustión.

Cooperación internacional

- Gestionar apoyos internacionales para la obtención de recursos económicos y asistencia técnica para la instrumentación del Programa.

Coordinación intersectorial

- Formar una Comisión Metropolitana para el Mejoramiento de la Calidad del Aire integrada por miembros de los diferentes sectores de la comunidad.

Gestión ambiental

- Identificar alternativas para la constitución de un fideicomiso ambiental para la generación y administración de recursos económicos dedicados a desarrollar acciones del Programa.
- Promover el otorgamiento de incentivos fiscales y sistemas de financiamiento en la adquisición de equipo de control de partículas y de conversión a gas natural.
- Promover la renovación de la flota de transporte público y de flotillas de uso intensivo (taxis, vehículos de reparto) mediante incentivos de carácter fiscal para su conversión a gas natural.
- Establecer mecanismos de integración de políticas metropolitanas de desarrollo urbano, transporte y vialidad, y medio ambiente.
- Implantar criterios de regulación tecnológica y vial para el transporte público.
- Promover la creación de rutas de autobuses para reducir el uso de vehículos privados y estimular el transporte institucional, de escolares y de personal. Reglamentación de las paradas de autobuses.
- Promover la ampliación de la red del metro.
- Diseñar e instrumentar el Programa de Respuesta a Contingencias Ambientales.

- Desarrollar reglamentos específicos de contaminación atmosférica y por ruido.
- Instrumentar el Sistema de Vigilancia Epidemiológica en el AMM.
- Impulsar la realización de estudios de monitoreo microambiental y de exposición a contaminantes.

Prevención y control de la contaminación

- Establecer convenios con las pedreras para controlar y reducir las emisiones de partículas.
- Establecer convenios con la industria para controlar y reducir emisiones de precursores de ozono.
- Establecer convenios con industrias altamente contaminantes en partículas y bióxido de azufre.
- Introducir combustibles más limpios para uso industrial y vehicular en el Área Metropolitana de Monterrey.
- Diseñar e implantar un programa de aseguramiento de la calidad de combustibles.
- Reforzar la inspección y vigilancia de establecimientos industriales, comerciales y de servicios.
- Incorporar la medición de ruido en el programa de inspección y vigilancia a establecimientos industriales.
- Reforzar el Programa de Verificación Vehicular, incluyendo su renovación técnica y administrativa.
- Implantar un programa permanente para la sanción de vehículos ostensiblemente contaminantes.

- Diseñar e instrumentar campañas de monitoreo de emisiones vehiculares con técnicas de medición remota.
- Diseñar e instrumentar una campaña de abatimiento de emisión de partículas por erosión del viento.
- Desarrollar esquemas de participación voluntaria de autorregulación del sector industrial, comercial y de servicios.
- Diseñar e instrumentar un programa de reconocimiento público por la promoción y ejecución de acciones de mejoramiento de la calidad del aire.

Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Área Metropolitana de Monterrey 2008-2012

Con la expansión del Área Metropolitana de Monterrey se ha acentuado su problemática ambiental, por lo que en aras de velar por la protección al medio ambiente y los recursos naturales, los tres niveles de gobierno se han preocupado por actualizar el Programa de Administración de la Calidad del Aire del Área Metropolitana de Monterrey 1997-2000, mediante la publicación del instrumento denominado Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Área Metropolitana de Monterrey 2008-2012, comúnmente llamado ProAire del AMM.

Éste es un instrumento de gran relevancia, que nos permitirá entrar en el camino de revertir las tendencias de deterioro de la calidad del aire. Al incorporar medidas concretas para reducir y controlar las emisiones de contaminantes, el ProAire contribuye a mejorar la calidad del aire que respiramos en el AMM y con ello, a proteger la salud humana, preservar nuestro entorno y a promover el desarrollo sostenible.

Para la elaboración del ProAire del AMM se efectuó un proceso de consulta y participación en el que intervinieron funcionarios y especialistas de los tres órdenes de gobierno, así como académicos y personalidades de otros sectores. El proceso tuvo la finalidad de plantear una

serie de estrategias, medidas y acciones tendientes a prevenir, controlar y reducir las emisiones de contaminantes a la atmósfera, originadas principalmente por las actividades humanas.

Entre las principales estrategias se encuentran:

Fuentes Móviles

- Generar, promover e instrumentar un sistema de movilidad sustentable.
- Garantizar y sostener la renovación y mantenimiento de la flota de uso intensivo (taxis, transporte urbano, vehículos de reparto, transporte escolar y de personal).
- Implantar criterios de regulación para el transporte público y de carga.
- Actualizar el diagnóstico de la movilidad del AMM para mejorar el Sistema Integrado de Transporte Público.
- Implementar el Programa de Verificación Vehicular.
- Promover el uso de combustibles de contenido ultra-bajo de azufre (UBA) en el sector transporte.

Industria comercio y servicio

- Fortalecer un programa permanente de inspección y vigilancia del sector industrial, comercial y de servicio en el AMM.
- Crear un programa de reducción de emisiones en fuentes fijas prioritarias del AMM.
- Establecer un programa de reducción de emisiones a la atmósfera del sector de empresas dedicadas a realizar el aprovechamiento de minerales y sustancias no reservadas a la Federación.
- Fortalecimiento del Programa de Auditoría Ambiental Voluntario en el AMM.

- Incentivar el cambio hacia el uso de combustibles más limpios y de tecnologías de control de emisiones de la combustión.
- Implementar un programa de control de vapores de gasolina en terminales de almacenamiento y distribución, así como en estaciones de servicio (gasolineras).
- Reducción de emisiones de bióxido de azufre en la refinería de Cadereyta.

Protección a la salud

- Establecer un programa de vigilancia epidemiológica, enfocado a evaluar los efectos de la contaminación atmosférica en la salud de la población del AMM.
- Establecer un programa de vigilancia epidemiológica, enfocado a evaluar los efectos de la contaminación atmosférica en la salud de la población del AMM.
- Impulsar la realización de estudios de exposición a contaminantes.
- Establecer estrategias de comunicación y planes de difusión sobre los efectos y riesgos a la salud.

Educación ambiental

- Diseñar e instrumentar un programa de difusión, comunicación y educación no formal sobre la problemática de la calidad del aire en el AMM, dirigida a la población en general, buscando una participación activa.

Desarrollo urbano y recuperación ecológica

- Diseñar e instrumentar una campaña para la reducción de emisiones por la resuspensión de polvos en caminos no pavimentados y áreas erosionadas.
- Recuperación y ampliación de áreas verdes en el AMM.
- Consolidar el Plan de Ordenamiento Ecológico Territorial (OET) de los municipios periféricos del AMM.

Fortalecimiento institucional

- Establecer un plan integral de coordinación metropolitana.
- Desarrollar y ejecutar un programa de actividades de capacitación, investigación e intercambio de información sobre calidad del aire.
- Actualizaciones del inventario de emisiones (IE).
- Formalizar el Grupo Interinstitucional de Evaluación y Seguimiento del ProAire.
- Creación de un fideicomiso ambiental.
- Homologación de criterios, códigos y lineamientos municipales en materia de calidad del aire.

Las estrategias, medidas y acciones antes señaladas son las que se consideraron de mayor impacto y relevancia por el equipo de trabajo integrado por los tres niveles de gobierno, organismos de la sociedad civil y representantes de diversos sectores industriales. Para ello, se tomaron en cuenta todas aquellas acciones que contribuirían a la disminución de las emisiones a la atmósfera, así como al mejoramiento de la calidad del aire y de vida de la población que habita en el AMM.

CAPÍTULO VIII: LA ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA

En este capítulo se describe el método cualitativo a utilizar para el desarrollo de la parte cualitativa, la entrevista semiestructurada es una técnica que sirve para recopilar información sobre los puntos de vista de las diferentes personas a entrevistar.

8.1 Elección y justificación de método cualitativo

Para el desarrollo de la tesis doctoral se realizará un análisis cualitativo para conocer los puntos de vista de los diferentes participantes en cuanto a la eficiencia de las políticas públicas que se han implementado para reducir la contaminación del aire en el Área Metropolitana de Monterrey.

Para la recopilación de información se utiliza la entrevista semiestructurada ya que puede proveer una mayor amplitud de recursos con respecto a los otros tipos de entrevista de naturaleza cualitativa. En este tipo de entrevistas el esquema de preguntas y secuencia no está prefijada, las preguntas pueden ser de carácter abierto y el entrevistado tiene que construir la respuesta; son flexibles y permiten mayor adaptación a las necesidades de la investigación.

En la entrevista semiestructurada se determina de antemano cual es la información relevante que se quiere conseguir. Es una técnica para recopilar información sobre conocimientos, creencias, rituales, de una persona o sobre la vida de una sociedad, su cultura. Consiste en solicitar información sobre un tema determinado. Se caracteriza por una conversación personal larga, no estructurada, en la que se persigue que el entrevistado exprese de forma libre sus opiniones, actitudes, o preferencias sobre el tema objeto estudio. De esta manera se concibe como una interacción social entre dos personas en la que se va a generar una comunicación de significados; una va a explicar su visión del tema el

entrevistado y la otra va a tratar de comprender o interpretar esa explicación (Martínez, 2004).

Las entrevistas semiestructuradas presentan un grado mayor de flexibilidad que las estructuradas, debido a que parten de preguntas planeadas, que pueden ajustarse a los entrevistados. Su ventaja es la posibilidad de adaptarse a los sujetos con enormes posibilidades para motivar al interlocutor, aclarar términos, identificar ambigüedades y reducir formalismos. Este tipo de entrevistas es la que ha despertado mayor interés ya que se considera de que es más probable que las personas entrevistadas expresen sus puntos de vista de manera más abierta, que en una entrevista estandarizada o en un cuestionario (Díaz, Torruco, Martínez, & Varela, 2013).

8.2 La muestra

La técnica a utilizar es la entrevista semiestructurada, los participantes fueron funcionario del Gobierno Estatal, industriales (procesadores de piedra caliza), expertos en transporte urbano, empresarios de la construcción, profesores universitarios expertos en el tema de la calidad del aire y miembros de las ONG's. Los entrevistados son personas expertas en el tema, los funcionarios del Gobierno son personas que trabajan en puestos clave, como la Secretaría de Desarrollo Sustentable, relacionados con el control de la calidad del aire. Los profesores universitarios cuentan con experiencia en temas de la calidad del aire o relacionados con las ciencias ambientales. Los empresarios son personas encargadas de decidir qué tipo de estrategias se deben implementar en las empresas para reducir las emisiones a la atmósfera y los miembros de las ONG's son personas que trabajan en pro del cuidado y conservación del medio ambiente.

8.3 Instrumento cualitativo

La entrevista

La entrevista semiestructurada se basa en el seguimiento de un guión de entrevista, en él se plasman todos los tópicos que se desean abordar a lo largo de los encuentros, por lo que previo a las entrevistas se prepararon los temas que se abordaron durante las sesiones, con el fin de controlar los tiempos, distinguir los temas por importancia y evitar extravíos y dispersiones por parte del entrevistado.

El propósito de la entrevista es conocer la percepción del problema de contaminación del aire, la valoración del problema y la capacidad del gobierno para resolverlo, así como las medias implementadas por parte de los participantes para el control y reducción de la contaminación atmosférica.

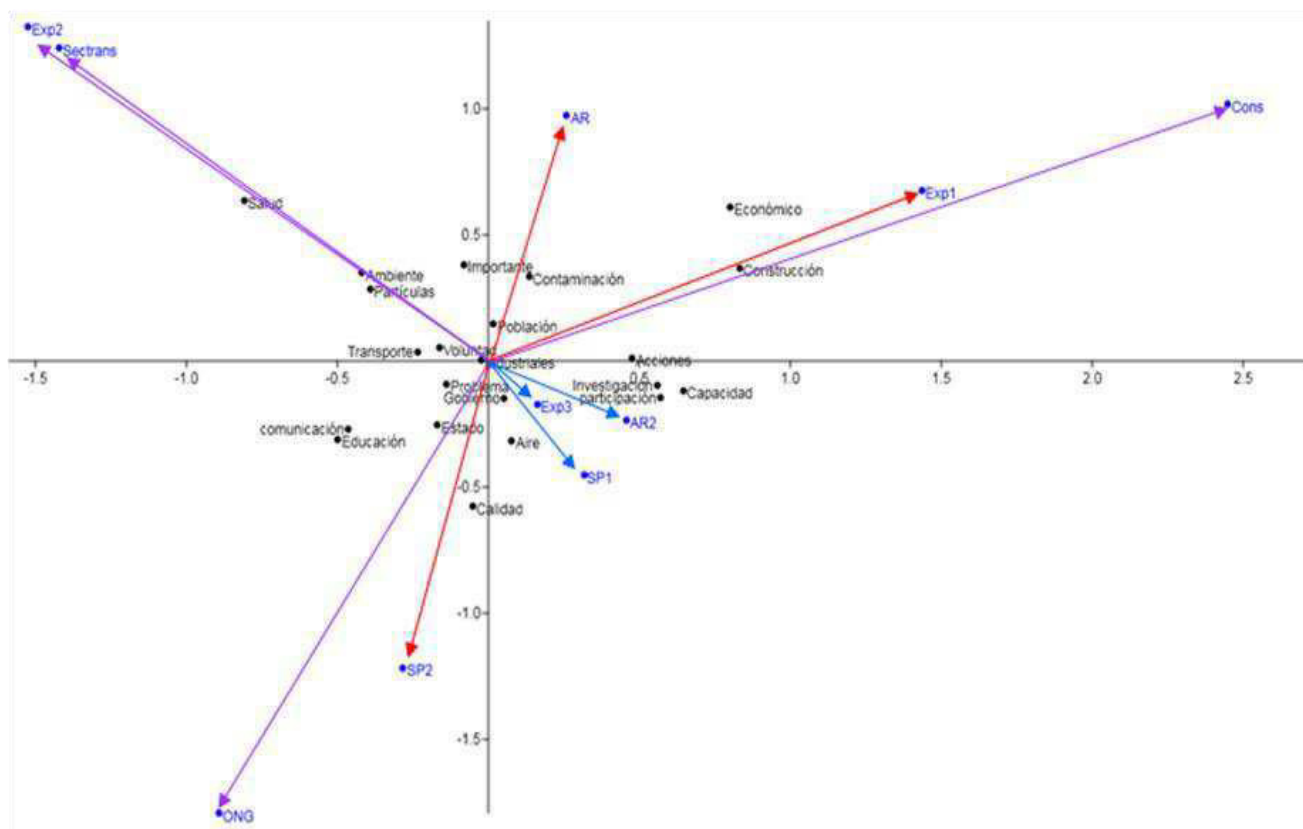
La entrevista se realizó a través de diferentes preguntas basadas en las siguientes variables: conocimiento, se pretende saber si el entrevistado identifica plenamente el origen del problema y la relación con otros problemas de contaminación ambiental; valoración, se pretende obtener la percepción del entrevistado en cuanto a la capacidad y voluntad del gobierno, así como las dificultades para resolver el problema de contaminación del aire y solución, aquí se pretende identificar la percepción en cuanto a la relación del gobierno con las universidades, principalmente con los investigadores para plantear verdaderas soluciones para el control de la contaminación del aire así como las acciones emprendidas por parte de los entrevistados como parte de la solución al problema.

8.4 Análisis de los resultados

Para el análisis de resultados se usó el AntCon un paquete de software independiente para el análisis lingüístico de textos (corpus). Permite extraer datos de amplios corpus textuales como frecuencias de palabras, colocaciones, concordancias, búsqueda de expresiones regulares, entre otras. Para complementar el análisis se usó el PAST un software para el análisis de datos científicos con funciones para la manipulación de datos.

En la figura 8.1 se puede observar la correspondencia entre las diferentes opiniones de las personas entrevistadas. Podemos observar la variabilidad de opiniones en base a la longitud de los vectores, pero una similitud entre lo que opinan, esto en base al ángulo entre los vectores.

Figura 8.1 Análisis factorial de correspondencia



Fuente: Elaboración propia en base a los resultados del software AntCon y Past.

8.4.1 Conocimiento del problema

Para conocer la opinión de los entrevistados sobre el conocimiento del tema, las preguntas van dirigidas hacia la opinión del surgimiento del problema en el AMM, la gravedad del

problema en comparación con otras ciudades del país y sobre la importancia del problema de la calidad del aire en comparación con otros problemas ambientales.

Figura 8.2 Nube de palabras relacionadas con el conocimiento del problema



Los participantes afirman que el origen del problema es el crecimiento urbano y la industrialización, el uso del transporte y a una falta de aplicación de las leyes y reglamentos. En cuanto a la gravedad del problema, los entrevistados coinciden en que la contaminación del aire se puede percibir muy fácilmente en comparación con la contaminación del agua o del suelo, que es un problema grave, pero no se puede comparar muy fácilmente con otras ciudades por la complejidad a la hora de hacer la medición de los diferentes parámetros de contaminación.

Servidor público (SP)

Servidor público 2 (SP2)

Experto 1 (Exp1)

Experto 2 (Exp2)

Experto 3 (EXP3)

Constructor (Con)

Aprovechamiento de recursos (AR)

Aprovechamiento de recursos (AR2)

Miembros de las ONG's (ONG)

Sector transporte (Sectrans)

“...es un problema que ha venido agravando de menos a más y que está asociado al bum del desarrollo urbano...”. **SP.**

“...se debe básicamente al crecimiento poblacional del AMM, esto conlleva al incremento de actividades industriales y al incremento en el uso de medios de transporte...”. **Exp1.**

“...inició con la instalación de las primeras fundiciones, función de fierro y acero de monterrey...”. **Exp2.**

“...se debe básicamente porque no se aplican los reglamentos...” **Con**

En cuanto a la importancia del problema, los entrevistados coinciden en que la contaminación del aire se puede percibir muy fácilmente porque se puede ver y sentir y es la principal queja de la población; es un problema grave ya que ocupamos el primer lugar a nivel nacional en contaminación por partículas.

“...es un problema bastante visible y preocupante... en relación con otros problemas ambientales considero que es prioritario...”. **SP.**

“El AMM es una de las áreas metropolitanas más contaminadas actualmente... en otras no miden todos los contaminantes que se miden aquí en el AMM... la contaminación del aire se percibe más rápidamente por todas las personas... y es de lo que nos podemos quejar más rápidamente...” **Exp1.**

“....en el Área Metropolitana de Monterrey el problema principal son las partículas menores a diez micras... se ha demostrado que es un problema serio y en relación con el resto del país en lo que se refiere a partículas menores de diez micras Monterrey ocupa el primer lugar...”

Exp2.

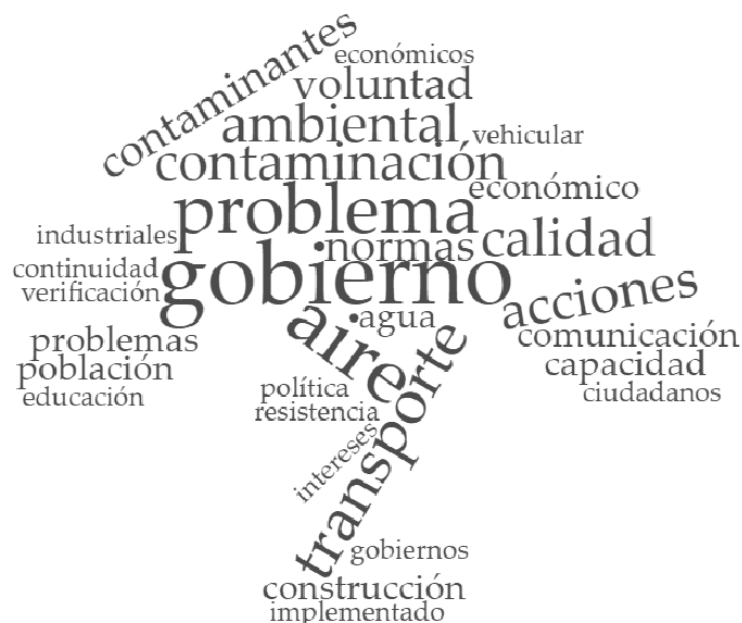
“....el problema es grave... todos los problemas son importantes, pero la contaminación del aire es lo que uno más percibe... es muy difícil de controlar por eso es muy importante...”

Con.

8.4.2 Valoración del problema

Para conocer la percepción sobre la valoración del problema se les preguntó a los entrevistados sobre la capacidad y voluntad del gobierno para resolver el problema de contaminación del aire, los obstáculos que pudiera tener, los beneficios que han aportado las acciones del gobierno para el control de la contaminación del aire y la promoción de tales acciones por parte del gobierno.

Figura 8.3 Nube de palabras relacionadas con la valoración del problema



Los entrevistados manifiestan que el gobierno tiene voluntad pero no tiene la capacidad para resolver el problema, teniendo como principal obstáculo el problema económico, manifiestan que sí se han tenido beneficios con las acciones emprendidas por el gobierno, pero le hace falta más promoción de las actividades que realiza o de las propuestas para reducir la contaminación del aire.

“El gobierno siempre ha tenido voluntad... la debilidad que no tenga la suficiente capacidad para coordinar... En cuanto a los obstáculos es una complejidad que se requiere de coordinación y recursos económicos principalmente... nuevas estrategias que se han implementado en materia de impacto ambiental... no se le da la promoción adecuada...” SP

“....muchas veces no se tiene la voluntad de seguir un cierto programa de gobiernos anteriores y prefieren empezar de cero... El principal obstáculo del gobierno... es el problema económico... y la resistencia de la población... el principal beneficio que se ha tenido es la implementación de la normatividad... al gobierno le falta mucha promoción de las acciones realizadas para reducir la contaminación del aire...”Exp1.

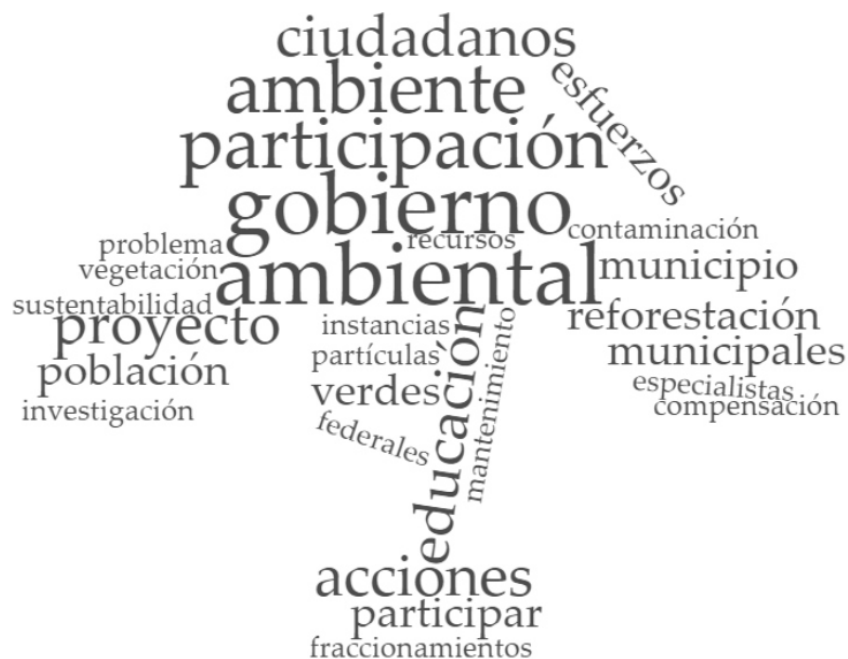
“....falta voluntad política... pero siempre los intereses económicos prevalecen sobre los intereses de la naturaleza y los intereses de la mayoría... uno de los principales obstáculos es la parte económica... uno de los beneficios de las acciones del gobierno fue el saneamiento del Río Santa Catarina... se necesita mucho avanzar en ese renglón de la comunicación social para que la gente sepa los riesgos que representa vivir en un ambiente contaminado...” Exp2.

“El gobierno tiene muchos problemas, y uno de ellos es el económico... uno de los principales obstáculos es la capacidad del personal...” Con.

8.4.3 Solución del problema

Las preguntas en esta variable van en el sentido de la participación del gobierno en conjunto con el sector educativo para implementar acciones encaminadas a reducir la contaminación del aire, la participación ciudadana y la labor que los entrevistados desempeñan para reducir la contaminación del aire.

Figura 8.4 Nube de palabras relacionadas con la solución del problema



Los entrevistados manifiestan que la relación del gobierno con el sector educativo es muy pobre y actúan en forma aislada, es importante la participación de la población, pero de una población con conocimiento de causa y cada quien desde su labor que desempeña o pone en práctica diferentes estrategias para reducir la contaminación del aire.

“...es una relación muy pobre... en cuanto a considerar a los investigadores en la solución del problema no es palpable esa situación... la participación ciudadana es importante y enriquecedora... debe ser de utilidad y sacar el mejor provecho... Lo que estamos realizando actualmente es la aplicación de las medidas de compensación en materia de impacto ambiental...” **SP.**

“Hay cierto interés con el sector educativo pero falta tomar acciones concretas y sobre todo la continuidad... La población está representada a través de distintas instancias... es muy importante su participación para la toma de decisiones... forma personal contribuyo a la formación de los futuros profesionistas a través de la asignatura de Ambiente y sustentabilidad en la cual se abordan los diferentes temas de contaminación ambiental, legislación y participación ciudadana...” **Exp1**

“....lo que se refiere a educación ambiental del gobierno federal y del gobierno estatal no hay comunicación entre ellos y se hacen esfuerzos aislados... una de las responsabilidades es de que si tenemos algo de conocimiento compartirlo con el gobierno... en el ámbito académico coadyuvo a la formación de recursos humanos capacitándolos para el diseño de estrategias y tecnologías encaminadas al cuidado y saneamiento ambiental”. **Exp2.**

“....el gobierno debe apoyarse con los especialistas con las instituciones educativas... La ciudadanía tiene la intención de apoyar y proponer, pero, obviamente, ellos no dominan el tema... Desde hace un buen tiempo estamos cubriendo los camiones de materiales cuando van llenos y cuando estén circulando vacíos para evitar esparcir polvos por las diferentes rutas de circulación... regamos los caminos y en los accesos colocamos grava y humedecemos los montículos de materiales... reforestación de las áreas... cuidamos mucho el diseño de los fraccionamientos complementándolo con el diseño de áreas verdes...”. **Con.**

“....los ciudadanos también tenemos responsabilidades en cuanto al cuidado del medio ambiente, en nuestro caso participamos en un comité para proponer estrategias al gobierno para reducir la contaminación del aire, participamos en foros, mesas redondas, coloquios, etc., en donde exponemos nuestras ideas y acciones que estamos realizando en la zona de San Pedro Garza García en pro del cuidado del ambiente...”. **ONG**

8.5 Discusión particular

Como se puede apreciar en los resultados existe gran variabilidad de opiniones entre las personas entrevistadas, entre las opiniones más contrastantes están las de los miembros de las ONG,s, empresarios de la construcción, especialistas en el transporte urbano y un profesor experto en el tema de la calidad del aire.

Entre las opiniones más concordantes están un servidor público, un profesor experto en el tema de la calidad del aire y un empresario dedicado al aprovechamiento de minerales no reservados a la federación (pedreras).

Podemos observar que las opiniones están divididas aun perteneciendo a un mismo sector, en cuanto al conocimiento del problema los que más conocen del surgimiento del problema son los expertos y los servidores públicos; mientras que los expertos opinan que no solamente es importante la calidad del aire y que debemos de considerar todos los aspectos que conforman el ambiente, como el agua y el suelo, los servidores públicos indican que no todos los esfuerzos del gobierno están enfocados en un solo concepto ya que tiene que establecer estrategias para el control de la contaminación del agua, del suelo y la conservación de la flora y fauna. En cuanto a la comparación del AMM con otras ciudades del país, los expertos y los servidores públicos indican que es muy difícil establecer un parámetro para la comparación porque en unas ciudades se miden más contaminantes que en otras pero en el sector de partículas si ocupamos los primeros lugares; los demás indican que si estamos en una situación muy grave y lo podemos ver a simple vista.

Valoración del problema. En este apartado los expertos indican que al gobierno le falta voluntad, ya que no sigue una misma línea de acción, todos quieren establecer sus propias estrategias en lugar de seguir con las ya establecidas por otros gobiernos y prefieren empezar de cero. Los servidores públicos indican que al gobierno le faltan recursos económicos ya que cuenta con gente preparada en los puntos clave de la administración pero hace falta personal operativo. Los miembros de las ONG, los constructores y los especialistas en transporte urbano indican que al gobierno le falta interés, ya que prefiere hacer gastos en otras cosas que invertir en planeación y movilidad sustentable.

Solución del problema. En este sentido es donde hay más coincidencia de opiniones, los expertos, los servidores públicos, los constructores y los miembros de las ONG opinan que al gobierno le hace falta invertir más en investigación y coordinación entre las diferentes instancias estatales y federales ya que se hacen esfuerzos aislados.

En cuanto a la participación ciudadana indican que es importante la opinión de la sociedad pero de una sociedad con conocimiento de causa, y todos de alguna forma u otra desde su posición como ciudadano participa en diferentes acciones para ayudar a reducir la

contaminación, pero no se ve reflejado porque no todos tienen la misma voluntad de participación

CAPÍTULO IX: ANÁLISIS DEL INVENTARIO DE EMISIONES

En el presente capítulo se realizará un análisis cuantitativo de las emisiones atmosféricas en el Área Metropolitana de Monterrey con los datos estadísticos disponibles del gobierno del Estado de Nuevo León, del INEGI, del Banco Mundial y de las cámaras de industria y comercio de Nuevo León.

9.1 Inventario de Emisiones

Un inventario de emisiones se puede definir como un instrumento estratégico para la gestión ambiental que permite conocer los distintos tipos de fuentes y los contaminantes de cada una de ellas (Casares Long 2005). Son listas de emisiones de contaminantes y tipos de fuentes que cubren un área geográfica determinada en un periodo de tiempo pre establecido.

Los inventarios de emisiones de contaminantes atmosféricos son instrumentos estratégicos de gestión ambiental que permiten identificar quienes son los generadores de emisiones y su aporte de contaminantes a la atmósfera por sector. Un inventario está formado por las estimaciones de todos los contaminantes que se generan en un área determinada y tales contaminantes pueden provenir de las industrias, vehículos automotores, comercio, servicios, hogares, suelo y vegetación. Actualmente estos inventarios son de gran utilidad para el diseño de programas de mejoramiento de la calidad del aire en las diferentes ciudades y áreas metropolitanas de la República Mexicana.

El inventario de emisiones es un componente clave de todo programa de gestión de la calidad del aire. Antes de desarrollar estrategias para mejorar la calidad del aire, debe recopilarse información sobre las emisiones para determinar los tipos de fuentes de emisiones, cantidad de contaminantes emitidos, características temporales y espaciales de las fuentes, procesos y prácticas de control de emisiones que se usan en la región (INE 2005). El inventario de emisiones se usa también para identificar fuentes que están sujetas a posibles medidas de control, para medir la efectividad de los programas de control y

predecir futuros niveles de calidad del aire. Los datos de emisiones también se utilizan para evaluar la relación costo efectividad de las estrategias de control de la contaminación.

9.2 Inventario de emisiones para el Área Metropolitana de Monterrey

Para la presente investigación haremos uso del inventario de emisiones con el que cuenta el Gobierno del Estado de Nuevo León en el Área Metropolitana de Monterrey.

El estado actual de la contaminación atmosférica del Área Metropolitana de Monterrey (AMM) se debe a diversas causas que a través de los años se han ido arraigando; desde la década de los años cuarenta el despegue de la industria en Nuevo León propicio la concentración de la industria en Monterrey siendo la década de los setenta la de mayor crecimiento debido, entre otros factores, a las estrategias internas de fomento industrial tales como precios bajos de energéticos y servicios básicos como agua, transporte y manejo de residuos. La política de protección a las tarifas eléctricas contribuyo al uso de equipos de alto consumo en la industria mientras que los precios bajos en la gasolina contribuyo al crecimiento acelerado del parque vehicular sin imponer restricciones en ninguno de los dos casos.

Este dinamismo acelerado dio origen a un proceso intenso de urbanización dando como origen a la extensión del Área Metropolitana de Monterrey compuesta hasta ahora (2015) por doce municipio (Monterrey, san Nicolás, San Pedro, Santa Catarina, Escobedo, Apodaca, Guadalupe, Juárez, Cadereyta, García, y Ciénega de Flores). En este proceso de desarrollo se ha observado también un acelerado crecimiento de los municipios periféricos al AMM; el incremento de las actividades urbanas junto con el incremento en la demanda de transporte y el consumo de combustibles ha llevado a un deterioro gradual de la contaminación del aire.

Debido a lo anteriormente mencionado llevo al Gobierno del Estado de Nuevo León a realizar un diagnostico de la calidad del aire con el objetivo de desarrollar estrategias para el control de la contaminación atmosférica del AMM, para esto se diseño un proceso de planeación para instalar una red de monitoreo de la calidad del aire dando origen al proyecto SIMA

(Sistema Integral de Monitoreo Ambiental), iniciando su operación en Noviembre de 1992 con la finalidad de contar con información continua y fidedigna de los niveles de contaminación del AMM.

El Gobierno del Estado de Nuevo León, a través de la Secretaría de Desarrollo Sustentable cuenta con información de la calidad del aire para el Área Metropolitana de Monterrey desde el año 1993 hasta hoy (2015). Los parámetros que se miden son: monóxido de carbono (CO), bióxido de azufre (SO₂), óxido de nitrógeno (NO_x), Ozono (O₃), partículas suspendidas menores a 10 micrómetros (PM₁₀) y partículas suspendidas menores a 2.5 micrómetros (PM_{2.5}). (Gobierno del Estado de Nuevo León 2014).

En la presente investigación nos basaremos en cinco parámetros o contaminantes criterio que se utilizan para cuidar la salud y el medio ambiente y que son emitidos directamente por las fuentes de emisión, estos son: monóxido de carbono (CO); bióxido de azufre (SO₂); óxido de nitrógeno (NO_x), partículas suspendidas menores a 10 micrómetros (PM₁₀) y partículas suspendidas menores a 2.5 micrómetros (PM_{2.5}).

El monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro, inodoro, insípido y ligeramente menos denso que el aire, producto de la combustión incompleta del carbono. Se le considera como asfixiante peligroso porque se combina fuertemente con la hemoglobina de la sangre y reduce la capacidad sanguínea de transportar oxígeno a los tejidos, entre las principales fuentes antropogénicas están la combustión de combustibles en fuentes estacionarias y por el transporte, las emisiones fugitivas en proceso industriales y las actividades de quema agrícola.

El bióxido de azufre (SO₂) es un gas incoloro de olor acre e irritante. En el aire se oxida lentamente a trióxido de azufre y más rápidamente en presencia de oxígeno forma aerosoles acuosos. En el aire húmedo y en presencia de óxidos de nitrógeno, hidrocarburos y partículas el bióxido de azufre reacciona con mucha más celeridad. Hoy en día el bióxido de azufre es uno de los contaminantes atmosféricos más importantes y los esfuerzos dirigidos para controlar dichas emisiones se han dirigido a la remoción del azufre en los combustibles. Los niveles excesivos de bióxido de azufre en el aire están asociados con un aumento

considerable de enfermedades respiratorias crónicas y agudas. Las principales fuentes antropogénicas son básicamente refinerías, fábricas de pulpa y papel, fundidoras, plantas químicas, acereras y plantas generadoras de energía.

Óxidos de nitrógeno (NO_x). El óxido nítrico es un gas incoloro e insípido que se produce naturalmente como resultado de la actividad biológica y de proceso de combustión. Como contaminante el óxido de nitrógeno se produce en gran medida por proceso de combustión tanto en fuentes fijas como en fuentes móviles. El bióxido de nitrógeno (NO_2) es un gas de color pardo rojizo con olor acre e irritante que es un subproducto de las industrias manufactureras de fertilizantes y de explosivos. El bióxido de nitrógeno reacciona en el aire con gotas o vapor de agua produciendo ácido nítrico (HNO_3) que, incluso en pequeñas concentraciones puede corroer superficies metálicas, dañar la vegetación o decolorar tejidos en las inmediaciones de la fuente emisora.

Partículas. Como partícula se entiende cualquier sustancia, excepto agua pura, que, bajo condiciones normales, existe como sólido o líquido en la atmósfera y tiene tamaño microscópico o submicroscópico mayor que las dimensiones típicas moleculares. Entre los constituyentes de la atmósfera, este contaminante es único en complejidad pues es el resultado no solamente de la emisión directa de partículas sino también de ciertos gases que se condensan en forma de partículas directamente o sufren transformación química a una especie que se condensa en forma de partícula. Las partículas en forma de polvo, humo y aerosoles pueden tener un efecto en la salud a corto y largo plazo. Estos efectos van desde irritación de ojos y garganta hasta la reducción de la resistencia a infecciones y pueden dar origen a enfermedades respiratorias crónicas. Las fuentes más importantes de partículas incluyen fábricas de acero, plantas de generación de energía, cementeras, obras de construcción, aprovechamiento de piedra caliza y motores diesel.

9.3 Metodología

Con el objetivo de delinear la relación entre las emisiones a la atmosfera en el área Metropolitana de Monterrey con las políticas públicas implementadas por el Gobierno del Estado de Nuevo León para disminuir los índices de contaminación atmosférica, se hizo un inventario de emisiones con los datos proporcionado por el SIMA de los años 2008 al 2012, se obtuvieron los promedios horarios, mensuales y anuales de cada contaminante y de cada estación de monitoreo, así como los días que los contaminantes de partículas y ozono rebasan las Normas Oficiales Mexicanas. Se obtuvieron datos del PIB de los años 2008 al 2012 para hacer una relación con los índices de contaminación.

9.4 Análisis de datos

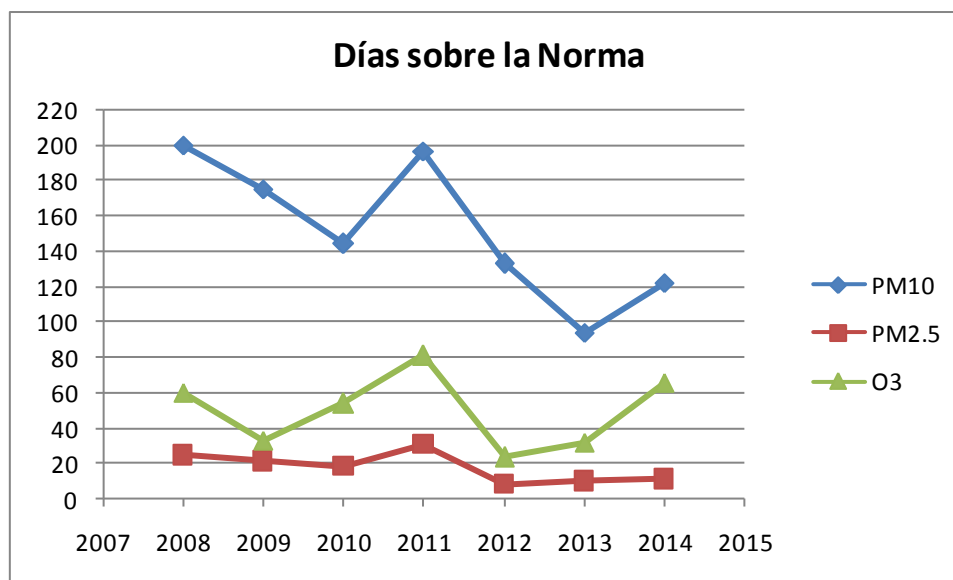
Con los datos obtenidos del SIMA para los años 2008 al 2012 se procede en primer lugar a determinar el número de días sobre las Normas Oficiales Mexicanas, para el caso de partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros y el ozono ya que estos contaminantes son el principal problema en el AMM. Son estos tres contaminantes los únicos que llegan a sobrepasar las NOM's de forma repetitiva a lo largo del año.

Posteriormente, se presenta el comportamiento de los demás contaminantes que se miden en cada estación y su comportamiento a través del tiempo,

9.4.1 Número de días sobre las NOM

El deterioro de la calidad del aire en el AMM se debe a las altas concentraciones de partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros así como a las altas concentraciones de ozono. En la figura 9.1 se presenta el historial de los días sobre la norma tanto de ozono como de partículas.

Figura 9.1 Días sobre las NOM para PM10, PM2.5 y ozono



Fuente. Elaboración propia con base a la información del SIMA

El Deterioro de la calidad del aire en el AMM se debe a las altas concentraciones de partículas menores a 10 y 2,5 micrómetros, aunado a esto también aumentan las concentraciones de ozono, en la figura 9.1 se puede observar que el año 2011 es el que presenta mayor cantidad de días sobre la norma tanto para partículas como para ozono; esto se debió básicamente por las obras de infraestructura que se llevaron a cabo después de la destrucción de calles, avenidas y vegetación que dejó el Huracán Alex en el 2010.

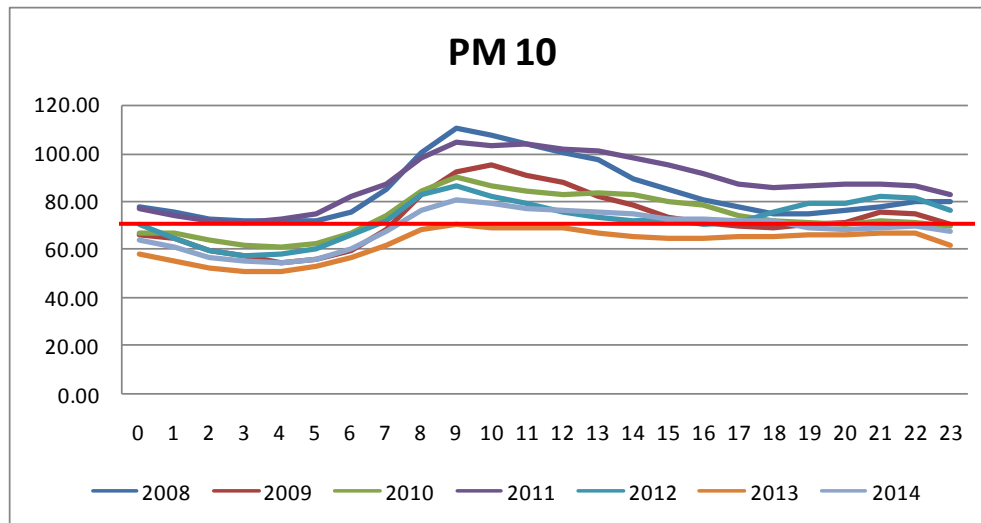
9.4.2 Cumplimiento de las NOM para ozono y partículas

Las figuras 9.2 a 9.7 muestran el cumplimiento de las NOM para los contaminantes de ozono y partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros, ya que estos contaminantes son los que sobrepasan la normatividad actual.

9.4.2.1 Cumplimiento de la NOM de PM₁₀

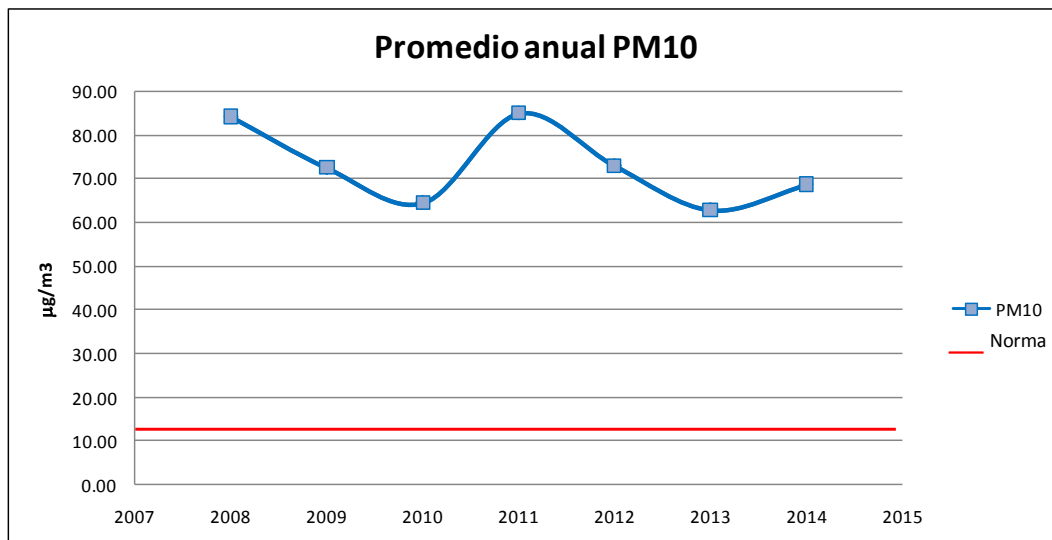
Las figuras 9.2 y 9.3 presentan el cumplimiento de la NOM respecto al límite de 24 horas y anual respectivamente.

Figura 9.2 Límite de 24 horas PM₁₀



Fuente: Elaboración propia con base a información del SIMA

Figura 9.3 Limite anual de PM₁₀



Fuente: Elaboración propia con base a información del SIMA

En la figura 9.2 se muestra el comportamiento típico de las concentraciones de PM₁₀ a lo largo de un día en el AMM, dichos datos comprenden el monitoreo de las horas del día durante los 365 días de los años 2008-2014. Las mayores concentraciones se encuentran entre las 7:00 y las 12:00 horas lo cual es atribuible a la mayor intensidad de actividades antropogénicas que involucran emisiones de contaminantes atmosféricos en conjunto con las alturas de mezclado relativamente bajas, lo que induce a mayor concentración de contaminantes.

Posteriormente durante el día, la ventilación en la cuenca se incrementa por lo que las concentraciones de contaminantes de PM₁₀ descienden hasta las últimas horas de la tarde para posteriormente tener un pequeño ascenso durante la noche entre las 20:00 y las 22:00 horas.

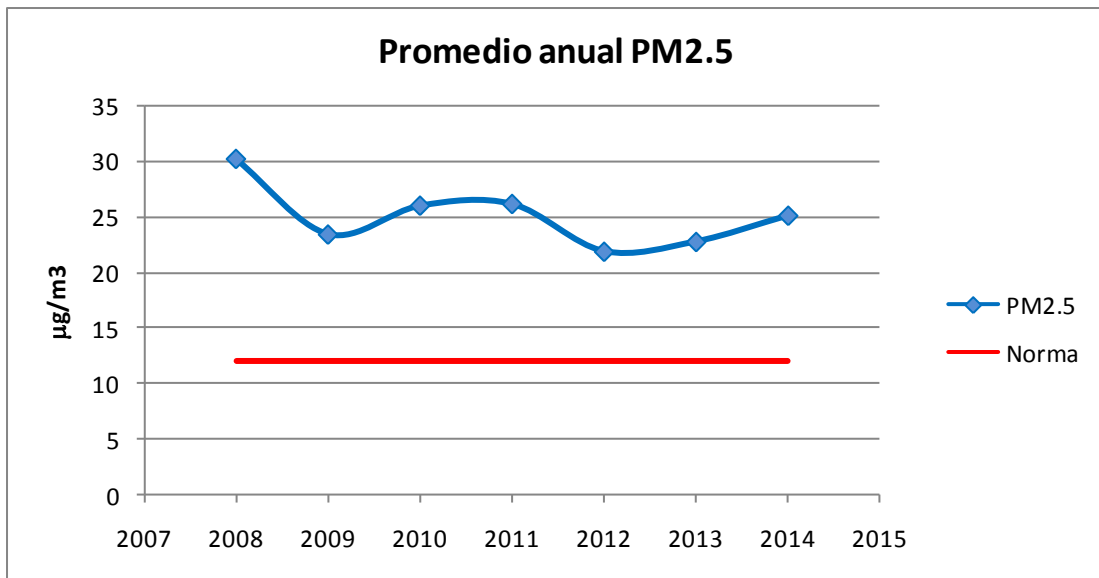
Lo que se puede destacar de ambas figuras es que las concentraciones de PM₁₀ rebasan cuando menos el doble de límite permitido.

9.4.2.2 Cumplimiento de la NOM de PM_{2.5}

En las figuras 9.4 y 9.5 se aprecia el cumplimiento de la NOM respecto al límite anual y de 24 horas para PM_{2.5}.

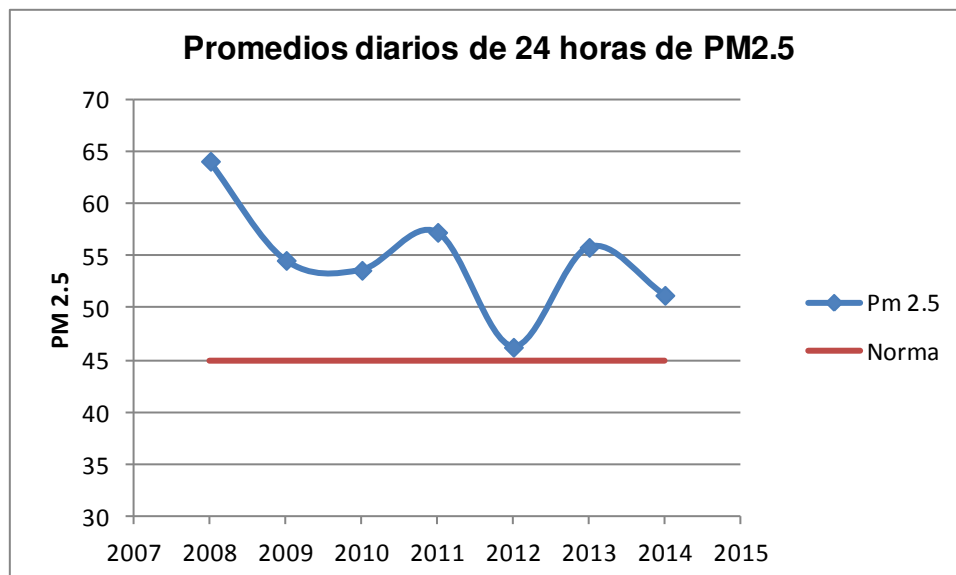
De ambas figuras se puede destacar que solamente en el 2012 se presentaron concentraciones relativamente bajas, para el límite de 24 horas se mantiene constante. Sin embargo para el caso de las concentraciones anuales y diarias se mantiene por arriba del límite permisible.

Figura 9.4 Límite anual de PM_{2.5}



Fuente: Elaboración propia con base a información del SIMA

Figura 9.5 Límite de 24 horas de PM_{2.5}

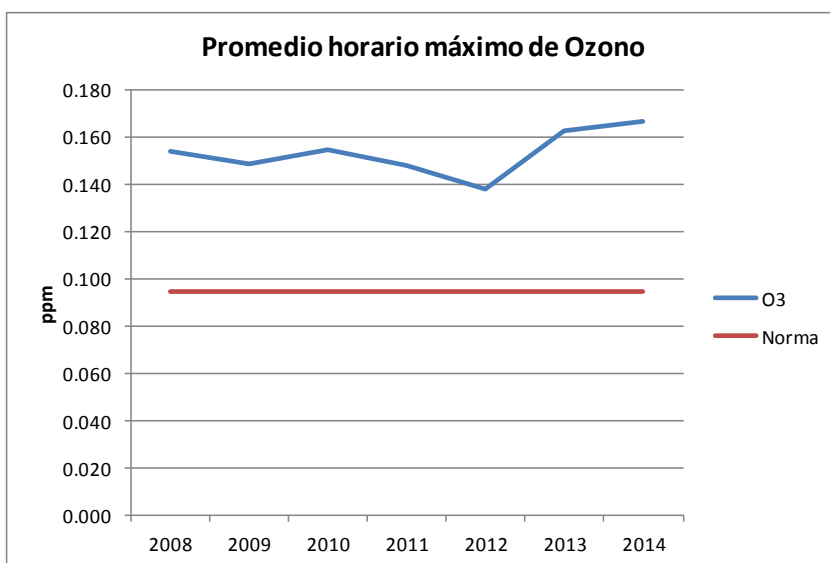


Fuente: Elaboración propia con base en información del SIMA

9.4.2.3 Cumplimiento de la NOM de O₃

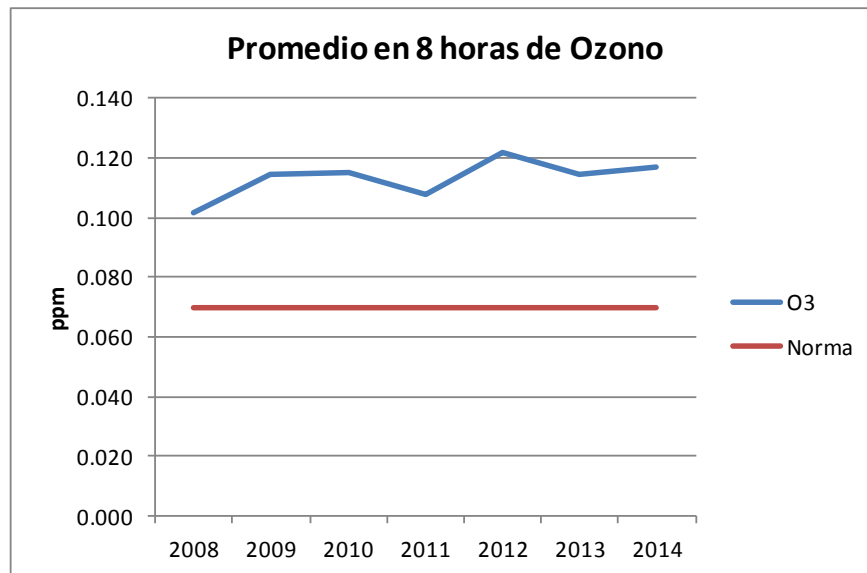
En las figuras 9.6 y 9.7 se presenta el cumplimiento de la NOM de O₃ respecto al límite de una hora (máximo horario) y el límite anual. En el máximo horario el más bajo se presentó en el año 2012 y el más alto en el año 2014, mientras que en el límite anual el más bajo es el 2008 y el más alto es el 2012. En ambos casos siempre está por arriba de la norma. El ozono es un gas secundario que se forma por la reacción química en la atmósfera el bióxido de nitrógeno reacciona con la luz solar formando monóxido de nitrógeno y oxígeno atómico, el cual reacciona con el oxígeno molecular y forma el ozono. La norma de la calidad del aire considera que a partir de 0.095 ppm de concentración en el aire y una hora de exposición a este contaminante genera daños a la salud. En la figura 9.6 se puede observar el repunte que ha tenido este contaminante a partir del 2012.

Figura 9.6 Límite de 1 hora de Ozono (O₃)



Fuente: Elaboración propia con base en información del SIMA

Figura 9.7 Limite anual de Ozono (O₃)



Fuente: Elaboración propia con base en información del SIMA

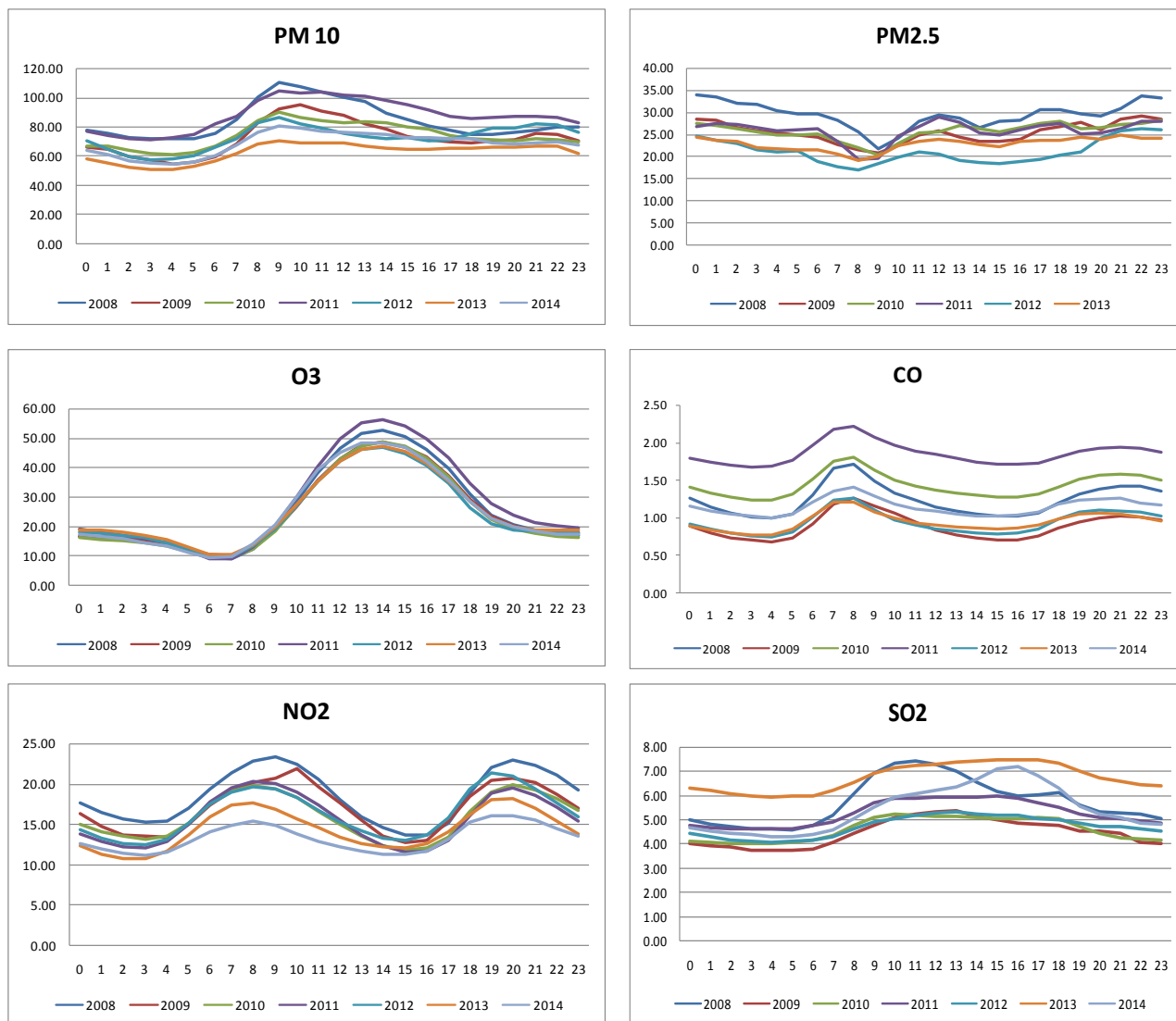
9.4.3 Comportamiento de los contaminantes en el AMM durante las horas del día, los meses y el año.

9.4.3.1 Comportamiento durante las horas del día

La figura 9.8 muestra el comportamiento de PM₁₀, PM_{2.5}, O₃, CO, NO₂ y SO₂. Para los contaminantes provenientes de la combustión de vehículos automotores CO y NO₂ se presentan dos picos de concentraciones altas de 6:00 a 9:00 horas y de 18:00 a 22:00 horas.

En el caso de las PM₁₀ se observa un pico pronunciado de 7:00 a 12:00 y un ligero aumento por la noche. En el caso de las PM_{2.5} es muy similar al comportamiento de las PM₁₀, pero entre los horarios de los picos es muy ligero el descenso de las concentraciones, lo cual se puede atribuir a la resuspensión de las partículas por acción del viento o por el paso de los automóviles por calles y caminos no pavimentados.

Figura 9.8 Comportamiento horario de PM10, PM2.5, O₃, CO, NO₂ y SO₂



Fuente. Elaboración propia con base a la información del SIMA

En cuanto al ozono se puede apreciar un comportamiento típico de este contaminante durante el día, que es causa básicamente por la actividad de la combustión presente en las primeras horas del día y la incidencia de la luz solar ocasionando la formación de ozono, concentrándose principalmente de las 11:00 a las 17:00 horas con un pico a las 14:00 horas.

La concentración de SO₂ es atribuible a la actividad industrial y circulación de vehículos con combustión a base de diesel, que no necesariamente tienen actividad industrial o de tránsito

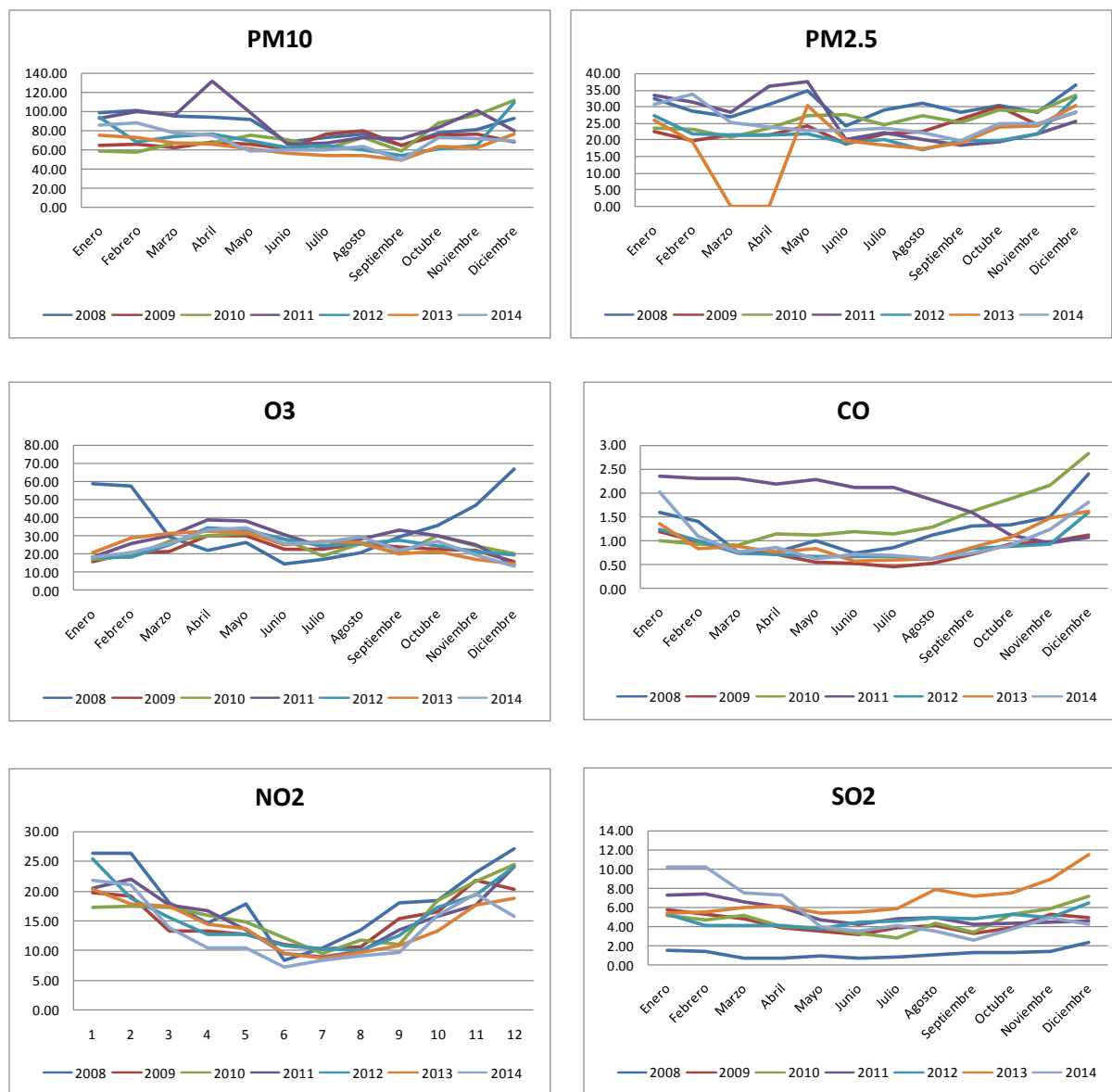
con horarios tradicionales de labores de oficina. Se puede apreciar en la figura un aumento entre las 7:00 y las 19:00 horas.

9.4.3.2 Comportamiento durante los meses del año

En la figura 9.9 se puede observar el comportamiento durante los meses del año. Los contaminantes que se presentan son PM10, PM2.5, O₃, CO, NO₂ y SO₂.

Para las partículas tanto PM10 como PM2.5 durante los meses de invierno es cuando se incrementan las concentraciones. Únicamente en el caso del año 2011 se presentan altas concentraciones también en los meses de primavera (abril a mayo). El ozono presenta mayor concentración en los meses de primavera y verano, que es cuando hay mayor índice de radiación solar. De la misma forma los contaminantes CO, NO₂ y SO₂ presentan un incremento en sus concentraciones en los meses de invierno. Solamente en el año 2011 hubo un comportamiento atípico principalmente en las partículas y CO.

Figura 9.9 Comportamiento durante los meses del año de PM₁₀, PM_{2.5}, O₃, CO, NO₂ y SO₂

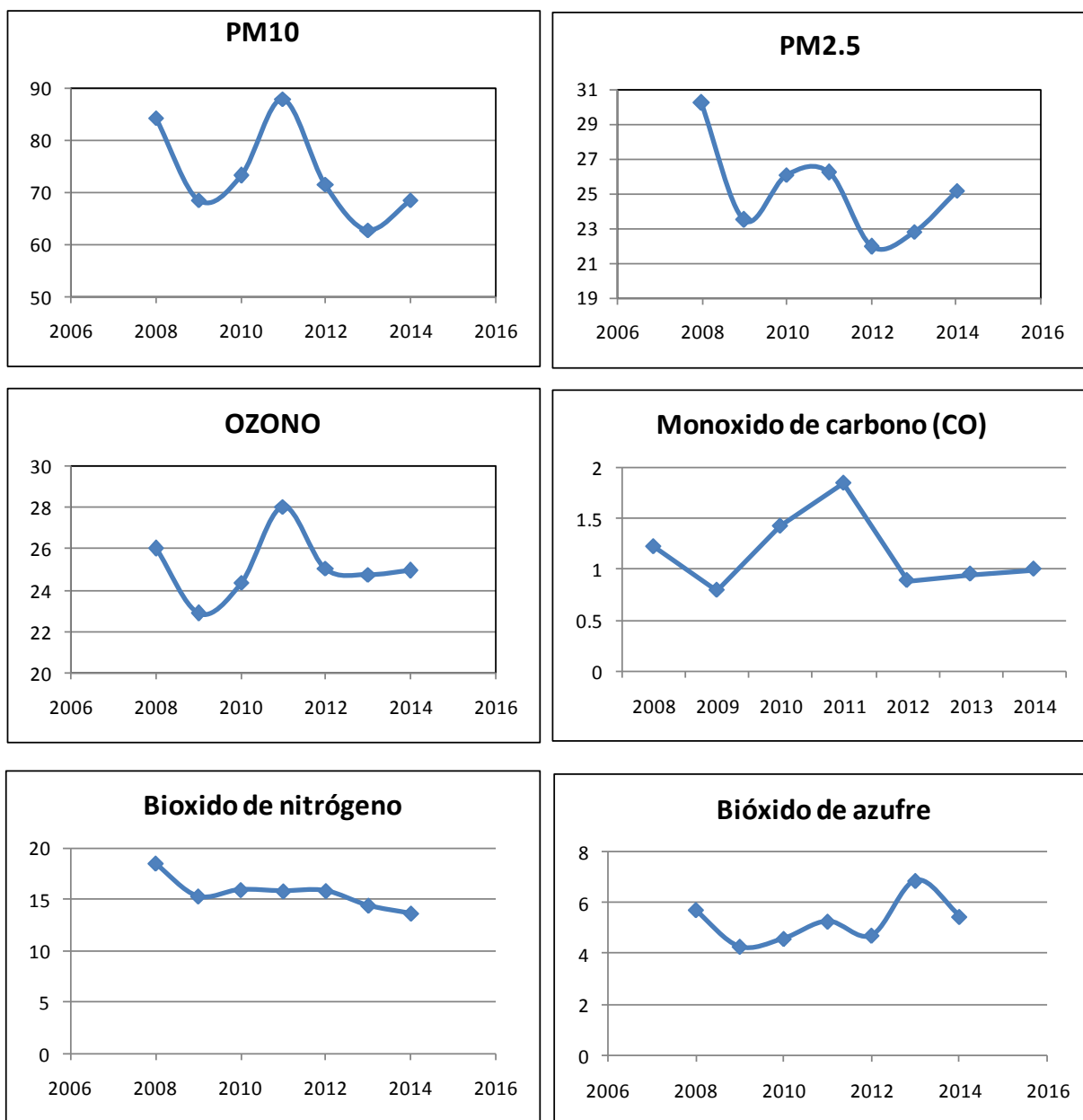


Fuente. Elaboración propia con base a la información del SIMA

9.4.3.3 Comportamiento durante el año

En la figura 9.10 se puede observar el comportamiento durante el año. Los contaminantes que se presentan son PM₁₀, PM_{2.5}, O₃, CO, NO₂ y SO₂.

Figura 9.10 comportamiento anual de PM₁₀, PM_{2.5}, O₃, CO, NO₂ y SO₂.

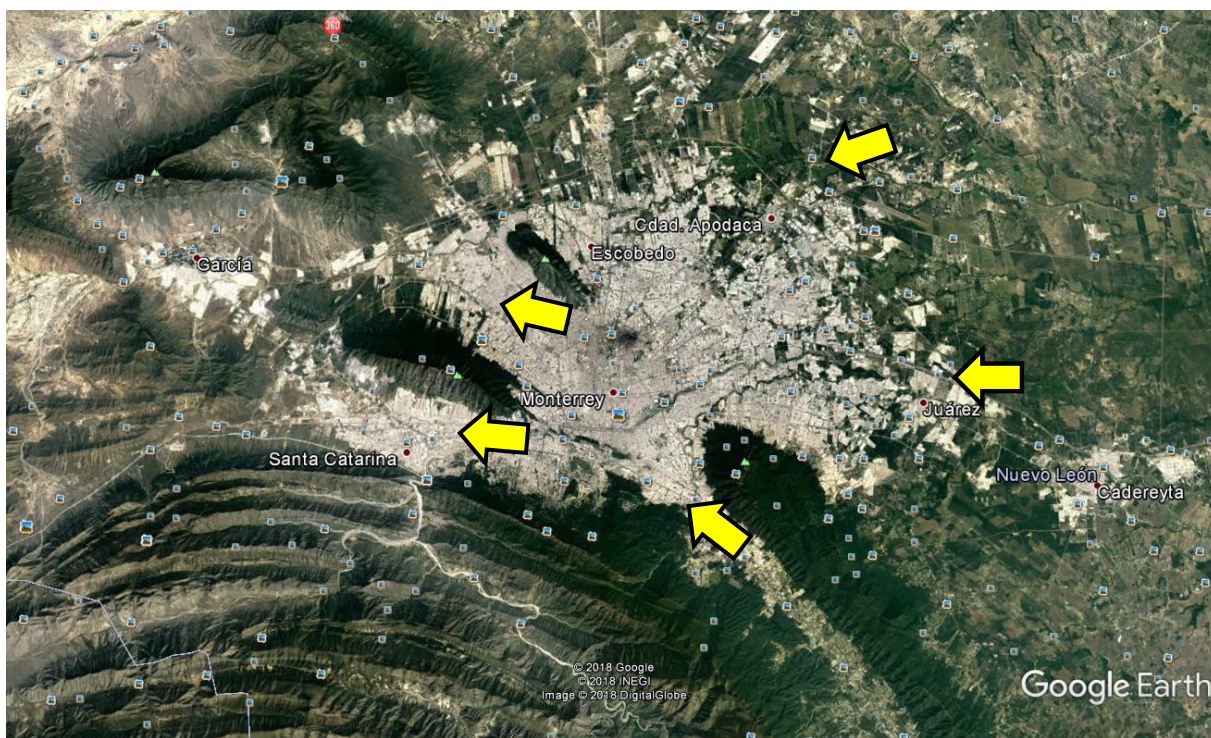


Como se puede observar en la figura 9.10 las concentraciones de los contaminantes mantienen el mismo ritmo en cuanto a las altas y las bajas a lo largo del año a excepción del bióxido de nitrógeno que se mantienen más o menos estable y sin rebasar la norma a lo largo del periodo de análisis.

9.4.4 Distribución espacial de los días sobre las NOM de PM₁₀

En la figura 9.11 se puede apreciar la trayectoria de los vientos dominantes en el AMM. La dirección predominante que presenta el viento en el AMM es de 90° azimutes, es decir, de este a oeste. Sin embargo durante los meses de invierno, cuando se presentan masas de aire frío, los vientos provienen del norte y noroeste, lo que ocasiona que las fuentes de partículas localizadas al poniente del AMM impacten en las concentraciones de partículas menores a 10 micras. También se ha detectado una disminución de velocidad del viento en época invernal (Ecología/NuevoLeón, INE, & SEMARNAT, 1997).

Figura 9.11 Vientos dominantes en el AMM

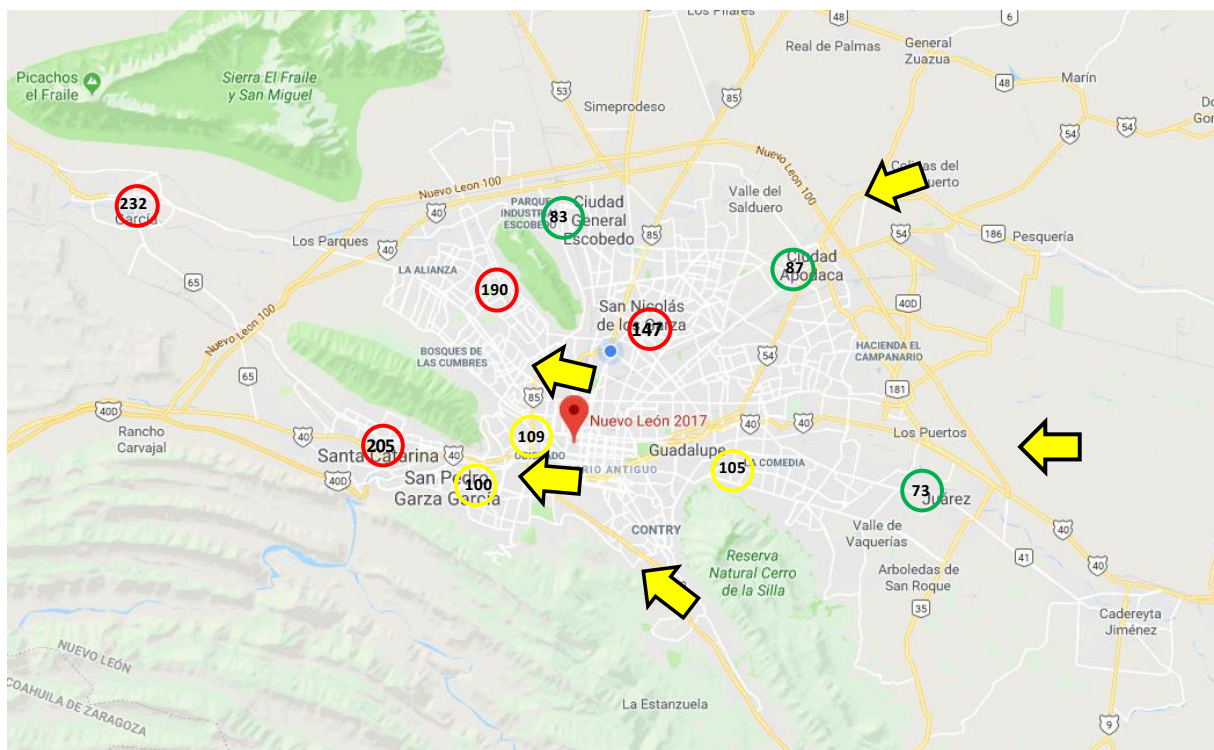


Fuente. Elaboración propia con información del SIMA

En la figura 9.12 se puede apreciar el número de días que las partículas rebasan la norma y en la figura 9.13 se muestra en forma esquemática como se distribuyen espacialmente las partículas PM₁₀ dentro del AMM. En ambas figuras se puede apreciar que la zona más

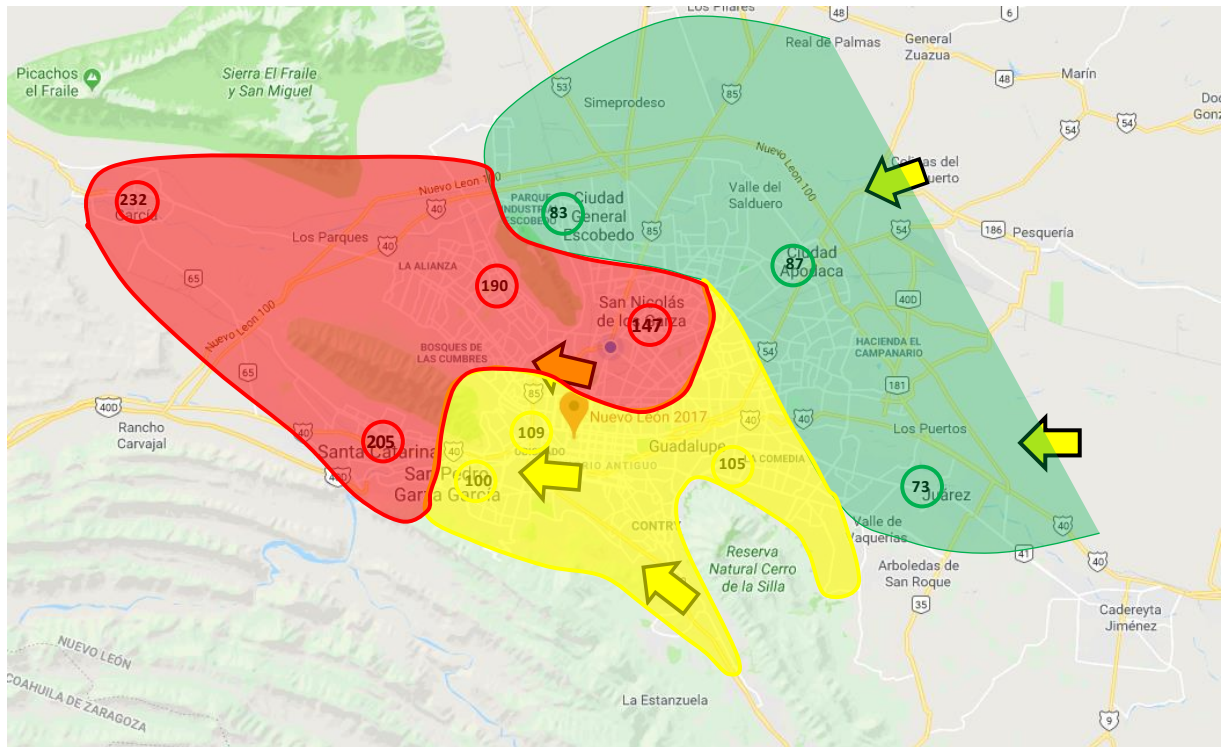
afectada es el área norponiente del AMM lo cual se debe a la combinación de factores como la dirección del viento, la actividad desarrollada en la zona y las condiciones climatológicas.

Figura 9.12 Promedio de días que las PM10 rebasan la norma (2008-2014)



Fuente: Elaboración propia con información del SIMA

Figura 9.13 Distribución espacial de los contaminantes (2008-2014)



Fuente: Elaboración propia con información del SIMA

9.5 Discusión particular

Como se puede observar en las gráficas la mayor parte del año se rebasan los límites de las normas para PM10 y PM2.5 y como consecuencia también para el Ozono. Las PM10 involucran actividades antropogénicas que involucran emisiones de contaminantes al aire en conjunto con la velocidad del viento y la altura de mezclado relativamente bajas, lo que induce una mayor concentración de contaminantes. Las PM2.5 se les denominan también partículas finas y pueden clasificarse en primarias y secundarias. Las primarias son emitidas por proceso de combustión externa e interna y diversos procesos industriales y comerciales y las partículas finas secundarias se forman en la atmósfera por reacciones del SO₂, los NO_x, NH₃ y COV's para formar sulfatos nitratos y otras partículas orgánicas.

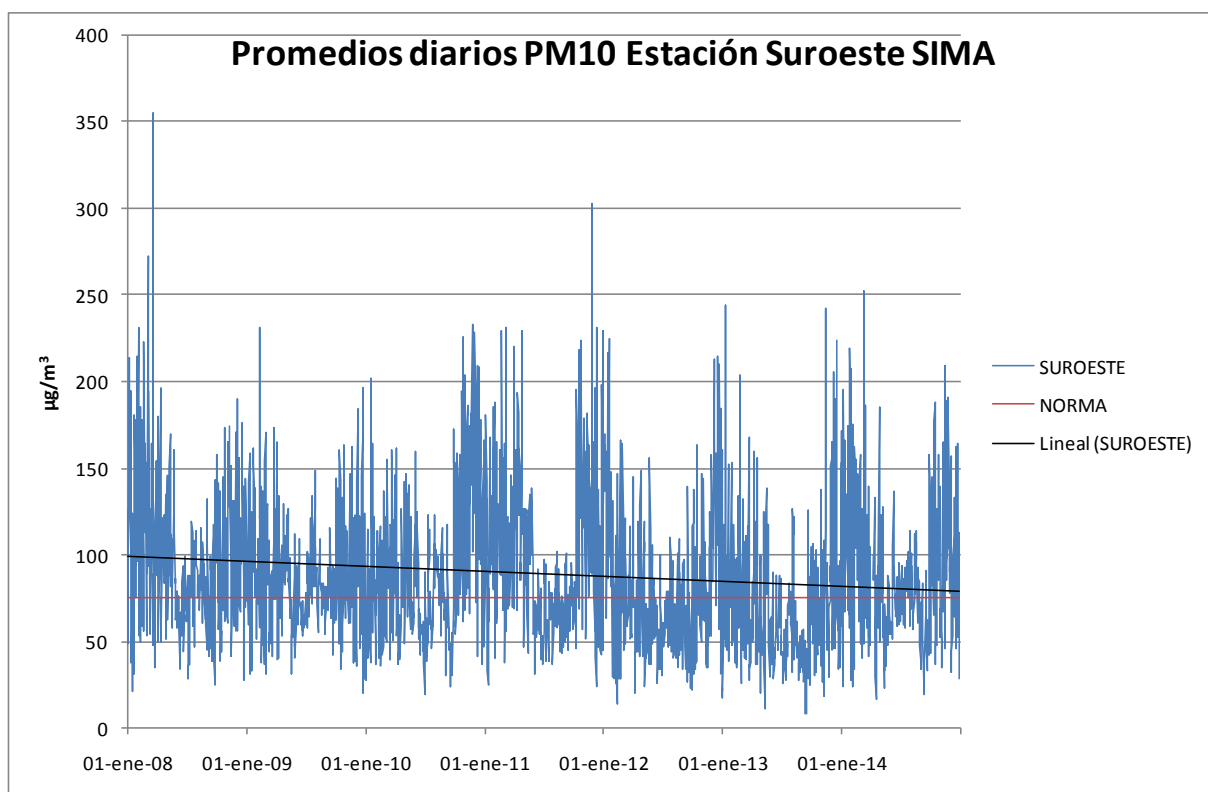
En relación al comportamiento de los contaminantes en el AMM la mayor concentración de PM₁₀ se presenta entre las 7:00 y las 12:00 horas con un pico a las 9:00 horas y el comportamiento de las PM_{2.5} es similar pero sin presentar demasiadas variaciones durante el día.

En cuanto a la distribución mensual se puede observar que los meses invernales son los más críticos, en cambio los meses de mayores temperaturas, julio y agosto son los más favorecidos atribuible al mezclado vertical inducido por el gradiente térmico.

En lo referente a la distribución geográfica de los contaminantes se puede observar que los sectores más vulnerables son San Nicolás, San Bernabé, Santa Catarina y García, mientras que los sectores de Juárez y Apodaca son los más favorecidos, esto puede ser atribuible a las actividades antropogénicas que se realizan cerca de las zonas y a la dirección del viento predominante.

En la figura 9.14 se puede observar en forma general que durante el transcurso del periodo de estudio 2008-2014 la tendencia de la contaminación del aire en relación a las partículas PM₁₀ es a la baja hasta casi llegar a lo que marca la norma para este contaminante, esto se puede observar con la estación que presento los contaminantes más altos durante el periodo de estudio.

Figura 9.14 Tendencia de PM10 de 2008 a 2014



Fuente: Elaboración propia con base a información del SIMA

CAPÍTULO X: DISCUSIONES Y CONCLUSIONES GENERALES

El presente trabajo doctoral estuvo orientado a detectar y analizar si las políticas públicas implementadas por el Gobierno del Estado de Nuevo León inciden favorablemente para disminuir los niveles de contaminación atmosférica en el AMM y que dichos niveles se mantengan dentro de los parámetros de las Normas Oficiales Mexicanas, así como establecer una relación entre el ingreso per cápita y la contaminación del aire en la cual se establece que mientras más alto es el ingreso per cápita la contaminación del aire disminuye.

En el presente capítulo se discutirán de manera general los principales hallazgos realizados en la investigación realizando como parte innovadora en la etapa cualitativa el uso del software AntCon y el software Past para el análisis de datos científicos con funciones para la manipulación de datos.

En los capítulos del 3 al 7 se realizó la descripción de la zona de estudio para comprender mejor los aspectos demográficos, geográficos y climatológicos del AMM; el crecimiento industrial y el modelo de movilidad urbana que prevalece en la zona y las políticas públicas que se han implementado para mejorar la calidad del aire. Los resultados del estudio pretenden responder las hipótesis y preguntas de investigación planteadas. Para lo cual se realizaron dos estudios uno cualitativo para identificar la percepción de los expertos en materia de contaminación del aire, servidores públicos estatales, ONG's, constructores, especialistas en transporte urbano y los dedicados a la extracción de materiales no reservados a la federación. El segundo estudio consistió en el análisis de de datos de contaminación del aire recabados por el Sistema Integral de Monitoreo del Gobierno del Estado de Nuevo León y compararlo con los límites de emisión establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas con la finalidad de identificar si las políticas públicas establecidas han logrado disminuir los índices de emisión de contaminantes.

Los resultados del estudio cualitativo indican que existe una gran variabilidad de opiniones aún del mismo sector pero coinciden en sus conceptos. En relación al conocimiento del problema todos los participantes coinciden en que se debe al crecimiento urbano, la industrialización, el uso del transporte tanto público como privado y una falta de aplicación

de las leyes y reglamentos, solamente los expertos y los servidores públicos están conscientes de que el único problema ambiental no es el aire si no también la contaminación del suelo, el agua, la deforestación y el mal uso del suelo.

En cuanto a la valoración del problema los servidores públicos y los expertos opinan que el gobierno tiene capacidad pero le falta voluntad política y el principal obstáculo al que se enfrenta es el económico; mientras que los demás sectores opinan que el gobierno no tiene la capacidad ni la voluntad por resolver el problema y todos coinciden en que la hace falta más difusión de las actividades que se realizan o que se proponen para disminuir la contaminación del aire.

En relación a la solución del problema las opiniones están muy variadas mientras los servidores públicos opinan que no existe una relación estrecha y formal con los investigadores, los expertos opinan que los esfuerzos que se hacen no tienen el impacto apropiado debido a que se hacen esfuerzos aislados entre la federación, estado y municipios. En cuanto a la participación pública los servidores públicos opinan que se hacen mesas redondas con los principales sectores para diseñar las estrategias; los constructores e industrializadores de caliza afirman que el gobierno no los toma en cuenta, las ONG establecen que los esfuerzos que realiza la población es por iniciativa propia y de forma aislada.

En lo que todos coinciden es que tenemos un grave problema de contaminación del aire y se debe actuar de forma inmediata y en conjunto, gobierno, sociedad y empresarios para lograr las metas establecidas a corto plazo.

En el segundo estudio y con base a los datos proporcionados por el SIMA de los años 2008 al 2014 se determinaron los días sobre la norma para las partículas de 10 y 2.5 micrómetros y para el ozono, ya que estos contaminantes son los que representan el mayor problema en el AMM porque son los únicos que llegan a sobrepasar las Normas en forma repetitiva a lo largo del año. El año 2011 es el que representa mayor cantidad de días sobre la norma tanto para partículas como para ozono, esto puede ser atribuido a los trabajos de reconstrucción que se realizaron en el AMM después de la destrucción que dejó a su paso el huracán Alex en

el año 2010. En las gráficas se puede apreciar como los habitantes del AMM han padecido exposiciones elevadas a partículas y ozono, lo cual indica que las políticas establecidas no han resultado eficientes para lo que fueron planteadas.

Se compararon los niveles de emisión tanto de partículas como de ozono con los límites establecidos por la Norma. Para los promedios de PM_{10} de 24 horas la mayor parte del tiempo los valores estuvieron sobre la norma y para el promedio anual todos los valores están sobre la norma el año más alto es el 2011 y el más bajo es el 2013. Lo mismo pasa con las partículas $PM_{2.5}$ en el promedio horario se mantiene más o menos constante pero arriba del límite y en el promedio anual se presentan dos años con la misma tendencia 2010 y 2011 mientras que el más bajo es el 2012.

Para el cumplimiento de la Norma de Ozono tanto el límite horario como el límite anual se mantienen por arriba del límite, destacando el repunte de los años 2013 y 2014. El ozono es un contaminante que se forma a partir de reacciones fotoquímicas en la tropósfera en la que intervienen los óxidos de nitrógeno (NO_x) y los compuestos orgánicos volátiles (COV's), este contaminante ocupa el segundo lugar en importancia respecto al número de días que rebasa la norma de calidad del aire en el AMM. Podemos apreciar en la gráfica el comportamiento horario del ozono y la concentración máxima se presenta de las 11:00 a las 17:00 horas con un pico a las 14:00 horas y desciende durante las madrugadas.

En relación a la hipótesis uno en la cual se afirma que entre más estrictas son las políticas públicas dirigidas a controlar la contaminación del aire, los niveles de contaminación atmosférica se mantienen dentro de los niveles de las Normas, podemos afirmar que esta hipótesis no se cumple ya que los valores siempre estuvieron por arriba de las Normas.

En cuanto a la hipótesis dos en la cual se afirma que los bajos índices de contaminación del aire dependen directamente de las políticas públicas aplicadas, podemos decir que si se cumple ya que cuando se empezaron a aplicar las políticas públicas establecidas se puede apreciar como la contaminación empezó a disminuir y en cuanto se empezaron a laxar tales aplicaciones la contaminación empezó a subir. Pero en forma general se puede apreciar en la gráfica 9.14 que la tendencia fue a la baja dentro del periodo de estudio.

En la representación geográfica se puede apreciar que las zonas más vulnerables son García, San Bernabé, Santa Catarina y San Nicolás; la estación de Suroeste (Santa Catarina) se encuentra en una zona con alta actividad industrial y desarrollo urbano al igual que la estación noroeste2 (Apodaca) que se encuentra en una zona con alta actividad de extracción de minerales no reservados a la federación (pedreras) y con un alto desarrollo urbano siendo uno de los municipios del AMM que más ha crecido. Las concentraciones más bajas se presentan en Juárez, Apodaca y Escobedo, esto puede atribuirse principalmente a la dirección predominante de los vientos.

Las altas concentraciones de partículas en el sector poniente de la ciudad se puede atribuir principalmente a: el transporte de partículas primarias debido al patrón de vientos predominantes de este a sureste, el arrastre subsecuente de precursores (NO_x, SO₂, NH₃ y COV'S) generados en la zona centro y oriente por las industrias y la formación de partículas secundarias en dicha zona y la existencia de fuentes de generación importantes asociadas a la explotación de minerales no reservados a la federación (pedreras, bancos de material y escombreras), transporte de materiales a granel, desmontes y construcción de fraccionamientos.

En conclusión general como se ha observado, los habitantes del AMM han padecido históricamente o al menos en este periodo de estudio exposiciones elevadas a partículas PM₁₀, PM_{2.5} y ozono, siendo los meses invernales los más críticos y durante el día entre las 11:00 y las 17:00 horas volviéndose a bajar durante las primeras horas de la noche y desciende por las madrugadas.

Se puede observar en forma general que la contaminación en cuanto a partículas y ozono la tendencia es a la baja pero apenas perceptible, podemos observar también que cuando se ponen en práctica las estrategias la tendencia es a la baja y después empieza a subir, esto puede deberse a que, como indican los entrevistados, va disminuyendo la presión del gobierno sobre el cumplimiento de la normatividad ambiental.

Las estrategias y acciones implementadas por el gobierno para reducir la contaminación del aire no han sido efectivas; para lograr una buena efectividad se deben establecer metas

cuantitativas y dependiendo de la categoría de la fuente será el contaminante o contaminantes a reducir. En el caso de las medidas que no tengan forma de medir cuantitativamente, las metas deberán estar enfocadas a la consolidación de metas específicas para que tal efecto se cumpla con el desarrollo de las acciones.

Para lograr un efecto positivo de las medidas sobre los índices de contaminación, el Gobierno Estatal deberá actualizar las normas estatales e implementar más normas para los diferentes sectores por ejemplo para la industria de la construcción y en conjunto establecer un programa de seguimiento y evaluación de cumplimiento e identificar e implementar mejores prácticas y tecnologías.

En cuanto al transporte se debe implementar y fortalecer un modelo de movilidad sustentable verdaderamente efectivo y así tener un desarrollo urbano ordenado que permita mejorar la movilidad de la población y lograra reducir los tiempos de traslado, mejorar el flujo vehicular, aumento en las velocidades de circulación; esto impactará en un menor consumo de combustibles y menos emisiones a la atmósfera.

Establecer metas cuantitativas para el revestimiento de caminos y reforestación de áreas erosionadas y la regulación y manejo de los residuos de construcción, con esto se podrá lograra una disminución de PM10 y PM2.5, mejorando la calidad del aire en el AMM.

Para la comunicación y difusión se deberá establecer un programa de comunicación y difusión de temas de calidad del aire, para que la población conozca el origen, las causas y los efectos de la contaminación así como la forma de participar en la disminución de emisiones.

Con acciones, metas y objetivos bien establecidos y cuantificables y una participación activa y comprometida del gobierno, industriales, empresarios y ciudadanos se logrará una verdadera reducción de la contaminación del aire en el AMM.

REFERENCIAS

- Abela (2001). *Las técnicas de Análisis de Contenido: Una revisión actualizada*. Centro Estudios Andaluces. Recuperado de: <http://public.centrodeestudiosandaluces.es/pdfs/S200103.pdf>.
- Alfaro, J., Limón, B., Martínez, G., & Tijerina, G. (2009). *Ambiente y Sustentabilidad*. Universidad Autónoma de Nuevo León: Grupo Editorial Patria.
- Alvarez, J. (1996). El papel de las organizaciones civiles en la promoción del desarrollo rural en México. *CENCOS*.
- Amorena (2009). *Gestión de residuos y agua en el marco de la sustentabilidad*. Iberoamerican Journal of Industrial Engineering, Volumen I (1), 165-192.
- Arango, X., & Garza, J. (2014). *Modelo de ecuaciones estructurales para un código de ética legislativo en México*. Tla-Melaua, revista de Ciencias Sociales. Año 8. No. 36. Pp. 36-54
- Beck, N. (2001). *Time – Series – Cross - Section Data: What Have We Learned in the Last Few Years?* Department of Political Science University of California, San Diego.
- Beck, N., & Katz, J. (2010). *What to do (and not to do) with time-series cross-section data American*. Political Science Review, Volumen 89 (3), septiembre de 1995. Disponible en SSRN:<http://ssrn.com/abstract=1658640> o <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1658640>
- Beck, N., & Katz, J. (Septiembre de 1995). What to do (and not to do) with time.series cross-section data American. *Political Science Review*.
- Briones, B. (2012). *Análisis y determinantes de la productividad legislativa en México (2009-2012)*. Estudios Regionales en Economía, Población y Desarrollo. Cuadernos de Trabajo de la UACJ. 3-39.
- Cabrero (2000). “Usos y Costumbres en la Hechura de las Políticas Públicas en México. Límites de las policy sciences en contextos cultural y políticamente diferentes”. *Gestión y Política Pública*, Volumen IX (2). 189-229.

Camacho & Flamand (2008). *Políticas intergubernamentales para controlar la contaminación del aire en ciudades mexicanas. Una evaluación*. Gestión y Política Pública. Volumen XVII (2). 231-313.

Campos, M., & Mújica, A. (2011). EL ANÁLISIS DE CONTENIDO: Una forma de abordaje metodológico. *Laurus*. 14. 27. 129-144.

Catalán, M. (2006). *Estudio de la percepción pública de la contaminación del aire y sus riesgos para la salud: perspectivas teóricas y metodológicas*. Revista del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, 19(1), 28-37.

Catalan, M., Rojas, h., & Jarillo, E. D. (2009). Percepción del riesgo a la salud por contaminación del aire en adolescentes de la Ciudad de México. *Salud Pública de México*, 51(2), 184-154.

Cázares, E. (2014). La Cervecería Cuauhtémoc y la industrialización del noreste mexicano. *CIENCIA UANL* , 16- 21.

Cerutti, M. (2007). Revolución, reconstrucción económica y empresariado en Monterrey. En C. Morado, *Nuevo León en el Siglo XX. La transición al mundo moderno. Del Reyismo a la reconstrucción (1885-1939)* (págs. 1-281). Monterrey: Fondo Editorial de Nuevo León.

CETyV. (2009). *Plan Sectorial de Transporte y Vialidad 2008-2030. para el AMM*. Monterrey, N.L.: Gobierno de Nuevo León.

Corral (1998). *Incidencia de la política medioambiental en la actividad económica*. Tesis de doctorado no publicada. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Departamento de Economía Aplicada III (Política Económica). Universidad Complutense de Madrid. España.

Correa, F. (2004). *Crecimiento económico y medio ambiente: una revisión analítica de la hipótesis de la curva ambiental de Kuznets*. Semestre Económico, Volumen VII (14), 73-104.

Cruz, R. (2009). *Innovación en servicios de telecomunicaciones a través de la gestión del conocimiento*. Tesis Doctoral.

De la Rosa (2007). *La responsabilidad y la gestión medioambiental de la industria maquiladora. Un estudio de caso*. Contaduría y Administración. (221). 83-108.

Delgado, J., Bustos, J., & Mercado, S. (2013). *Implicaciones de las estrategias de adaptación sobre la conducta proambiental en jóvenes*. Psicología Iberoamericana. Volumen XXI (1), 65-78.

Dirección de Desarrollo Sectorial Sustentable. (2010). *Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire*. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial República de Colombia.

Eco, H. (2001). *Como se hace una tesis*. México: GEDISA.

Enkerlin, Cano, Garza & Vogel (1997), *Ciencia ambiental y desarrollo sustentable*, México, International Thompson Editores.

Farías, M., Martín, A., & Cordal, V. (2009). *Análisis de Factores que Influyen en el Desarrollo de Normas Ambientales y en la Conducta Anti-Ecológica*. Revista Interamericana de Psicología, Volumen XVIII (2), 309-322.

Fernández (1998). *Incidencia de la política medioambiental en la actividad económica*. Tesis de doctorado no publicada. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Departamento de Economía Aplicada III (Política Económica). Universidad Complutense de Madrid. España.

Fernández (2002). *Estudio del impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos. Aplicación en diecinueve pequeñas cuencas en España*. Tesis de doctorado no publicada. E.T.S.I. Caminos canales y puentes. Universidad Politécnica de Madrid. España.

Fine & Owen (2005). *Tecnocracia y democracia: Los conflictos entre los modelos y la participación en la legislación ambiental y la planificación*. Haston Law Journal. Volumen LVI. (5). 901-+

Flores, O. (2000). *Monterrey Industrial 1890-200*. Monterrey: Universidad de Monterrey.

Flores, O. (2004). Monterrey ante la globalización. Metropolit, infraestructura y magno proyecto empresarial, 1940-2004. *Segundo Congreso Nacional de Historia Económica, Facultad de Economía de la UNAM*, (pág. 29). México, D.F.

Foladori, G., & Tommasino, H. (2011). *La solución técnica a los problemas ambientales. Revista Katálisis* , 78-83.

Giandomenico, M. (2005). *Evidencia, argumentación y persuasión en la formulación de políticas*. México: Fondo de Cultura Económica.

GÍZ. (2014). *Planes de Movilidad Urbana. Enfoques Nacionales y Prácticas Locales*. Eschborn, Alemania: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit.

Gobierno del Estado de Nuevo León (1997). *Programa de administración de la calidad del aire en el Área Metropolitana de Monterrey (1997-2000)*. Monterrey, N.L. México.

Gobierno del Estado de Nuevo León (2008). *Programa de gestión para mejorar la calidad del aire en el Área Metropolitana de Monterrey (2008-2012)*. Monterrey, N.L. México.

Gobierno del Estado de Nuevo León (2014). *Reportes de la calidad del aire*. Recuperado octubre 29, 2014 desde http://archivo.nl.gob.mx/?P=med_amb_mej_amb_sima.

Gómez (2004). *Ambientalismo, sustentabilidad urbana y desarrollo regional*. Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales, Volumen XLVII (192), 113-140

Grossman, G., & Krueger, A., (1991). *Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement*. National Bureau of Economic Research, Working Paper No. 3914.

Harold, L. (1951). The Policy Orientation, en the Policy Sciences por Larner y Lasswel. *Stanford University Press* , 3-15.

Harrinton, & Ramírez. (2013). *Efectividad de programas estatales y política de prevención de la contaminación. Política Económica Contemporánea*, Volumen XXXI. (2). 255-278.

Heijden & Jeroen (2014). *Experimentation in policy design: insights from the building sector*. Policy sciences, Volumen XLVII (3), 249-266

Hernández, Fernández, & Baptista. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill.

Herrera, T., & Delia, M. (2007). Ciencia, Tecnología y Salud Ambiental. *Humanidades Médicas*, 7(1) Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-81202007000100009&lng=es&tlng=es

Hsieh, & Shannon. (2005). *Three approaches to qualitative content analysis*. Qualitative Health Research , 1277-1288.

INE. (2000). *Gestión de la calidad del aire en México*. México. D.F.: SEMARNAP.

Instituto Nacional de Ecología (2000). *Protegiendo al ambiente. Políticas y gestión institucional*, México, INE-SEMARNAP. Disponible en: http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=257&id_tema=9&dir=Consultas.

Jauregi, E., González, H., Salazar, J., & Rodríguez, R. (2010). *Free Trade and Pollution in the Manufacturing Industry in Mexico: A Verification of the Inverse Kuznets Curve at a State Level*. Ensayos Revista Económica. Volumen XXIX (2), 99-119.

Kahn (2002). *El cambio demográfico y la demanda de la regulación ambiental*. Revista de la política de análisis y gestión, Volumen XXI (1), 45-62

Lanfranchi & pekovic (2014). *how green is my firm? workers attitudes and behaviors towards job in environmentally - related firms*. Ecological economics Volumen C. 16-29

Lasswell, H. (1951). *The Policy Orientation*, en *The Policy Sciences*, por Lerner y Lasswell, Stanford University Press, 1951, pp. 3-15. Traducido al español de María del Carmen Roqueñí

León, G. d. (2009). *Plan sectorial de transporte y vialidad 2008-2030*. Monterrey, N.L.

Lezama J. (2008). *La construcción social y política del medio ambiente*. Colegio de México, Centro de Estudios Demográficos y de Desarrollo Urbano. ISBN 968-12-1153-7.

López (2002). El análisis de contenido como método de investigación. *Revista de Educación*. 4. 167-179.

Majone, G. (1977). From the Positive to the Regulatory State: Causes and Consequences of Changes in the Mode of Governance. *Journal of Public Policy* , 139-167.

Majone, G. (2005). Evidencia, argumentación y persuasión en la formulación de políticas. Colegio Nacional de Ciencias Políticas y Administración pública, A. C. Fondo de Cultura Económica. México.

Manzano, A., & Zamora, S. (2009). *Sistema de ecuaciones estructurales: una herramienta de investigación*. Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior, A.C. (Ceneval).

Martín, M. (2004). *Estadística y Metodología de la Investigación*. Recuperado de: http://www.uclm.es/profesorado/raulmmartin/Estadistica_Comunicacion/AN%C3%81LISIS%20DE%20CONTENIDO.pdf

Martínez, A., & Valdez, A. (2016). Calidad del aire en el Área Metropolitana de Monterrey. *Ciencia UANL* .

Medina, S. (2012). *La importancia de reducción del uso del automóvil en México*. D.F, México.: Instituto de Políticas para el Transporte y Desarrollo México.

Mercedes, G, (2015) *Los modelos de ecuaciones estructurales y su aplicación en el Índice Europeo de Satisfacción del Cliente*. Facultad de Económicas Universidad San Pablo CEU. <http://www.uv.es/asepuma/X/C29C.pdf>

Merino, M(2015). Obstáculos para una política pública de igualdad de trato. Mexico, D.F. Consejo Nacional para Prevenir la Discriminación.

Micheli, J. (2002). Política ambiental en México y su dimensión regional. *Región y Sociedad*, Volumen XIV (23), 130-170.

Miguélez (2010). *Ciencia y arte en la metodología cualitativa*. México. Trillas

Morado, C. (2007). *Nuevo León en el Siglo XX. La transición al mundo moderno: del Reyismo a la reconstrucción (1885-1939)*. Monterrey: Fondo Editorial Nuevo León.

Muller, P. (2007). Prefacio. En: Jorge Iván Cuervo et al. *Ensayos sobre políticas públicas* (pp. 11-13). Bogotá: Editorial Universidad Externado de Colombia

Murillo, C., & González, B. (2000). *Manual de Econometría, Capítulo 5*.

Murray & Frank (2013). *Los vientos cambiantes de la política de medio ambiente atmosférico*. Ciencias ambientales y política. Volumen XXIX. 115-123

OIT (2001). *Enciclopedia de Salud y seguridad e higiene en el trabajo*. Ministerio del Trabajo y Asuntos Sociales.

<http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.1f1a3bc79ab34c578c2e8884060961ca/?vgnextoid=a981ceffc39a5110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD&vgnextchannel=9f164a7f8a651110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>

ONU (2014). Desarrollo Sostenible. Recuperado noviembre 7, 2014 desde <http://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>.

ONU-HABITAT. (2016). *Reporte Nacional de Movilidad Urbana en México 2014-2015*. México: ONU - HABITAT.

Pacheco & Vega (2001). *Dos modalidades de participación ciudadana en política ambiental*. Economía, Sociedad y Territorio, Volumen. III (9), 25-61.

Palacios, L. (2000). *Crecimiento y diversificación de la gran industria en Monterrey, 1970-1982 (Tesis de Maestría)*, Universidad Autónoma de Nuevo León. México. Monterrey.

Paz, Ortiz, Delgado, Jiménez, Quiroga, Sosa, Valenzuela & Sarmiento (2008). *Aproximación metodológica a una articulación entre gestión del riesgo, gestión ambiental y ordenamiento*. Revista de estudios geográficos, Volumen IV (4), 1-19.

Pealinck, J., Mur, J., & Tievez, J. (2015). *Modelos para datos espaciales con estructura transversal o de panel. Una revisión*. Estudios de Economía Aplicada, Volumen XXXIII (1), 7-30.

Penilla (2002). *Gestión pública para atender la contaminación atmosférica en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM): el caso de la Comisión Ambiental Metropolitana*. Tesis de maestría no publicada. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales. México.

Pérez, J. (2010). *La política ambiental en Mexico: Gestión e instrumentos económicos*. El Cotidiano. Revista de la Realidad Mexicana. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco.

Piñuel, J. (2002). Epistemología, metodología y técnicas del análisis de contenido. *Estudios de Sociolingüística*. 3. 1. 1-42

Quadri (1995). *Políticas ambientales para una ciudad sustentable*. Revista del Banco Nacional de Comercio Exterior. 756-765. Recuperado de: <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/325/5/RCE5.pdf>

Ramoni, J., & Orlandini, G. (2014). *Modelos de regresión de datos panel y su aplicación en la evaluación de impactos de programas Sociales*. Telos, Volumen XVI (1), 157-164.

Ringquist, E. (1993). ¿Does Regulation Matter?: Evaluating the Effects of State Air Pollution Control Programs. *The Journal of Politics*, 55(4), 1022–1045. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/2131946>

Ringquist, E. (1993). ¿Does Regulation Matter?: Evaluating the effects of State Air Pollution Control Programs. *The Journal of Politics* , 1022-1045.

Rodríguez, C., Gutiérrez, J., & Pozo, T. *Fundamentos Conceptuales de las Principales Pruebas de Significación Estadística en el Ámbito Educativo*. Grupo Editorial Universitario.

Romero, M., Diego, F., & Álvarez, M. (2006). *La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud*. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 44(2), 1-14

Rosa & Zúñiga (2011). *Políticas públicas, proceso de metropolización y desarrollo sustentable*. Qivera, Volumen XIII (2), 134-171.

Rosa, D. I. (2007). La Responsabilidad y la gestión medioambiental de la industria maquiladora. Un estudio de caso. *Contaduría y Administración* , 83-108.

Ryan, D. (2001). Democracia participativa, ambiente y sustentabilidad. *Nueva Sociedad* , 1-10.

Salas (2002). *Gestión pública para atender la contaminación atmosférica en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM): el caso de la Comisión Ambiental Metropolitana*. Disertación de maestría no publicada. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, México.

Schwab, A. (2007). *Solving Homework Problems in Data Analysis II*. Recuperado el Monday de September de 2008, de www.utexas.edu:

http://www.utexas.edu/courses/schwab/sw388r7_spring_2007/SolvingProblemsInSPSS/Solving%20Principal%20Components%20Analysis%20-%20Complete%20Analysis.ppt

Segerson & Kathleen (2013). *Enfoques voluntarios de protección del medio ambiente y gestión de recursos*. Revisión anual de recursos de economía. Volumen V. 161-180

SEMARNAT, INE (2000). *Protegiendo el ambiente*. Políticas y gestión institucional. Logros y retos para el desarrollo sustentable 1995-2000.

Sirianni & O'Hara (2014). *Do actions speak as loud as words? commitments to "going green" on campus*. Contemporary economic policy. Volumen XXXII (2), 503-519

Stanford (2014). *Will additional federal enforcement improve the performance of pipelines in the U.S.?* International Review of law and economics. Volumen XXXVII. 137-146

Dirección de Desarrollo Sustentable. (2010). *Política de prevención y prevención de la contaminación del aire*. Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de la República de Colombia.

Tejedor, F. (2004). *Análisis del Modelo Europeo de Excelencia mediante la aplicación de Modelos de Ecuaciones Estructurales*. Centro Andaluz para la excelencia en la gestión. <http://excelencia.iat.es/files/2012/09/publicacion-sem2.pdf>

Thomas & Nikolaevna (2014). *Out of the cold - the rising importance of environmental management in the corporate governance of Russian oil and gas producer*. Business strategy and the environment Volumen XXIII (5), 318-332

Tietenberg (1998). *Estrategias de divulgación para el control de la contaminación*. Recursos ambientales y economía, Volumen XI (3-4), 587-602

Treviño, J. (1989). *Emplazamiento industrial y problema urbano, reflexiones a partir de un estudio de caso*. Monterrey, N.L.: Gobierno del Estado de Nuevo León.

Turk, A., Turk, J., & Wittes, J. (2004), *Ecología-Contaminación-Medio Ambiente*, México, McGraw Hill.

Valencia, G. (2012). Incidencia de la sociedad civil en el ciclo de las políticas públicas. *Pap.Polit. Bogota* , 469-496.

Vergara, J., Quesada, V., & Blanco, I. (2011). *Análisis de la calidad en el servicio y satisfacción de los usuarios en dos hoteles cinco estrellas de la ciudad de Cartagena (Colombia) mediante un modelo de ecuaciones estructurales*. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 19(3), 420-428.
[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052011000300011](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052011000300011&lng=es&tlng=es) 10.4067/S0718-33052011000300011.

Vizcaya, I. (2006). *Los orígenes de la industrialización en Monterrey*. Monterrey: Fondo Editorial Nuevo León. ITESM.

Vizcaya, I. (2007). Factores que propiciaron la industrialización en Monterrey (1890-1910). En C. Morado, *Nuevo León en el siglo XX. La Transición al Mundo Moderno. Del Reyismo a la reconstrucción (1885-1939)* (págs. 1-281). Monterrey: Fondo Editorial de Nuevo León.

Weitkamp & Longhursts (2012). *Consulta mediar: ideas de consultores del sector privado que participan en las consultas de calidad del aire*. Diario de planificación y gestión ambiental. Volumen LV. (1). 113-125

WRQ, Deltas & Khanna (2002). *La gestión medioambiental de las empresas: Regulación y los incentivos basados en el mercado*. Economía de la tierra, Volumen LXXVIII (4), 539-558

WRQ, Deltas y Khanna (2004). *Incentivos para la autorregulación ambiental y las implicaciones para el desempeño ambiental*. Revista de economía y gestión ambiental, Volumen XLVIII (1), 632-654

Yealey, Cinderby, Forrester & Bailey (2003). *Modelo participativo y la gobernanza local de la política de la contaminación del aire en el Reino Unido: Un estudio de caso de tres ciudades*. Valores ambientales, Volumen XII (2), 247-262

Zapata, J. (1993). *Tercos y triunfadores de Monterrey*. Monterrey: Ediciones Castillo.

Zhang & Wildemuth (2015) *Qualitative Analysis of Content*.
https://www.ischool.utexas.edu/~yanz/Content_analysis.pdf

Zilio, M., & Caballero, A. (2014). *¿El final de la curva de Kuznets de carbono? Un análisis semiparamétrico para la América Latina y el Caribe*. El Trimestre Económico, Volumen LXXXI (321), 241-270.

ANEXO 1

Guía de la entrevista

Buenos días/tardes. Mi nombre es Elías Vázquez Godina y estamos realizando un estudio sobre la eficiencia de las políticas públicas para reducir la contaminación del aire en el Área Metropolitana de Monterrey. La idea es poder conocer distintas opiniones para colaborar con el desarrollo de la tesis y poder determinar cuáles son las políticas que han resultado más eficientes.

En este sentido, siéntase libre de compartir sus ideas en este espacio. Aquí no hay respuestas correctas o incorrectas, lo que importa es justamente su opinión sincera.

Cabe aclarar que la información es sólo para el desarrollo de la tesis, sus respuestas serán unidas a otras opiniones de manera anónima y en ningún momento se identificará qué dijo cada participante.

Para agilizar la toma de la información, resulta de mucha utilidad grabar la conversación. Tomar notas a mano demora mucho tiempo y se pueden perder cuestiones importantes, para ahorrar tiempo ¿qué le parece si grabamos la conversación? Siempre y cuando no exista algún inconveniente de su parte. El uso de la grabación es sólo con fines de análisis.

De antemano muchas gracias por su tiempo

Instrumento preliminar

VARIABLES	PREGUNTAS	PALABRAS ASOCIADAS
Conocimiento	¿Cómo explica el surgimiento del problema de contaminación atmosférica en el AMM?	Desarrollo urbano, industrialización, incremento de automóviles, desarrollo cultural
	¿Cómo considera el problema de contaminación del aire en relación con el resto del país?	Un gran problema, problema serio, no es tan grave, se exagera en el problema, es importante, daños a la salud, riesgo ambiental, problema real.
	¿Cómo considera que es el problema de contaminación del aire en relación con otros problemas ambientales?	Es el más importante, es real, deforestación, recursos naturales, agua, suelo, erosión, biodiversidad, generación de residuos.
Valoración	¿Qué opina del gobierno en cuanto a la capacidad y voluntad para resolver el problema de contaminación atmosférica?	No tiene capacidad, no tiene voluntad, tiene capacidad, hay voluntad política, es más profesional, está más comprometido, actuación más efectiva, no hay capacidad técnica, hay más información, intereses, corrupción, largo plazo, cambios en los puestos clave, carece de experiencia, necesidad política.
	¿Qué puede hacer el gobierno para resolver el problema?	Poco espacio, recursos económicos, resistencia sectorial, sistema de planeación, no hay obstáculos, decisiones por parte de sindicatos, capacidad política, grandes corporaciones, suficiente espacio, conciencia ambiental, conocimiento, protección a las grandes corporaciones.
	¿Qué beneficios cree que han aportado las acciones del gobierno para resolver el problema?	Crecimiento urbano ordenado, mejoras en el transporte público, cierre de empresas contaminantes, renovación de flota de taxis, reducción de algunos contaminantes, difusión de la calidad del aire, recuperación de áreas verdes, auditorías en la industria.
	¿Qué opinión tiene respecto a la promoción de acciones para reducir la contaminación por parte del gobierno?	Promoción de estudios de evaluación, difícil acceso a las páginas de internet, campañas para el uso de la bicicleta, compartir automóvil, no usa todos los medios de comunicación.
Solución	¿Qué piensa de la relación del gobierno con el sector educativo para el diseño de acciones para reducir la contaminación?	Trabajo en conjunto, apoyo fuerte, sentido común, la ciencia es crucial, comunicación efectiva, sólo quieren nuestra aprobación, desacuerdos, no hay apoyo financiero, no hay evaluación de programas, los científicos deben participar más, intereses económicos y políticos, la ciencia es un obstáculo.
	¿Considera que es importante la participación de los ciudadanos en la formulación de propuestas para reducir la contaminación?	No toman en cuenta mi participación, la invitación se hace a destiempo, es pérdida de tiempo, participo constantemente, consejos consultivos, no hay resultados concretos, decisiones políticas, sólo a través de caras o sindicatos.
	¿Deme su opinión en cuanto al uso de las estrategias o acciones, propuesta por el gobierno, para reducir la contaminación?	Reforestación, bitácoras de generación de residuos, colectores de polvo, aspersores, humectación de las superficies, son difíciles de implementar, la tecnología es cara, paro de labores,

Prueba piloto 1

Se realizó una prueba piloto a un maestro de la Facultad de Ingeniería Civil especialista en temas ambientales, la prueba se realizó el día 28 de noviembre de 2016 en la oficina del maestro.

¿Cómo explica el surgimiento del problema de contaminación atmosférica en el AMM?

En esta pregunta el entrevistado no tuvo ningún problema para contestar y su respuesta fue de acuerdo a lo esperado.

¿Cómo considera el problema de contaminación del aire en relación con el resto del país?

Esta pregunta no se comprendió muy bien y se reformuló para que el entrevistado entendiera mejor la pregunta y nos diera su opinión en cuanto a lo serio o gravedad del problema.

Una vez reformulada la pregunta si contesto de acuerdo a lo que se esperaba

La pregunta se que se le hizo fue:

¿Qué tan grave considera el problema de contaminación atmosférica comparándola con el resto del país?

¿Cómo considera que es el problema de contaminación del aire en relación con otros problemas ambientales?

En esta pregunta el entrevistado contesto de acuerdo a lo esperado

¿Qué opina del gobierno en cuanto a la capacidad y voluntad para resolver el problema de contaminación atmosférica?

Si contestó de acuerdo a lo esperado

¿Qué puede hacer el gobierno para resolver el problema?

Esta pregunta fue difícil de contestar, se reformuló la pregunta y aún así había dudas en cuanto al tipo de respuesta por lo que se tuvo que guiar al entrevistado para que nos diera una respuesta coherente a la pregunta.

Se reformuló la pregunta y quedo de la siguiente manera:

Deme su opinión en cuanto a los obstáculos que pudiera tener el gobierno para resolver el problema de contaminación atmosférica.

¿Qué beneficios cree que han aportado las acciones del gobierno para resolver el problema?

En esta pregunta hubo necesidad de estar guiando al entrevistado para que no se saliera del tema planteado en la pregunta.

¿Qué opinión tiene respecto a la promoción de acciones para reducir la contaminación por parte del gobierno?

El entrevistado contesto de acuerdo a lo esperado.

¿Qué piensa de la relación del gobierno con el sector educativo para el diseño de acciones para reducir la contaminación?

El entrevistado contesto de acuerdo a lo esperado.

¿Considera que es importante la participación de los ciudadanos en la formulación de propuestas para reducir la contaminación?

El entrevistado contesto de acuerdo a lo esperado.

¿Deme su opinión en cuanto al uso de las estrategias o acciones, propuesta por el gobierno, para reducir la contaminación?

Esta pregunta fue difícil de comprender por lo que se tuvo que reformular

La pregunta reformulada quedo de la siguiente manera:

Describa algún tipo de estrategia o acción, propuesta por el gobierno para reducir la contaminación, que usted lleve a la práctica.

Instrumento corregido

VARIABLES	PREGUNTAS	PALABRAS ASOCIADAS
Conocimiento	¿Cómo explica el surgimiento del problema de contaminación atmosférica en el AMM?	Desarrollo urbano, industrialización, incremento de automóviles, desarrollo cultural
	¿Qué tan grave considera el problema de contaminación atmosférica en el AMM comparándola con el resto del país?	Un gran problema, problema serio, no es tan grave, se exagera en el problema, es importante, daños a la salud, riesgo ambiental, problema real.
	¿Cómo considera que es el problema de contaminación del aire en relación con otros problemas ambientales?	Es el más importante, es real, deforestación, recursos naturales, agua, suelo, erosión, biodiversidad, generación de residuos.
Valoración	¿Qué opina del gobierno en cuanto a la capacidad y voluntad para resolver el problema de contaminación atmosférica?	No tiene capacidad, no tiene voluntad, tiene capacidad, hay voluntad política, es más profesional, está más comprometido, actuación más efectiva, no hay capacidad técnica, hay más información, intereses, corrupción, largo plazo, cambios en los puestos clave, carece de experiencia, necesidad política.
	Deme su opinión en cuanto a los obstáculos que pudiera tener el gobierno para resolver el problema de contaminación atmosférica.	Poco espacio, recursos económicos, resistencia sectorial, sistema de planeación, no hay obstáculos, decisiones por parte de sindicatos, capacidad política, grandes corporaciones, suficiente espacio, conciencia ambiental, conocimiento, protección a las grandes corporaciones.
	¿Qué beneficios cree que han aportado las acciones del gobierno para resolver el problema?	Crecimiento urbano ordenado, mejoras en el transporte público, cierre de empresas contaminantes, renovación de flota de taxis, reducción de algunos contaminantes, difusión de la calidad del aire, recuperación de áreas verdes, auditorías en la industria.
	¿Qué opinión tiene respecto a la promoción de acciones por parte del gobierno para reducir la contaminación del aire?	Promoción de estudios de evaluación, difícil acceso a las páginas de internet, campañas para el uso de la bicicleta, compartir automóvil, no usa todos los medios de comunicación.
Solución	¿Qué piensa de la relación del gobierno con el sector educativo para el diseño de acciones para reducir la contaminación?	Trabajo en conjunto, apoyo fuerte, sentido común, la ciencia es crucial, comunicación efectiva, sólo quieren nuestra aprobación, desacuerdos, no hay apoyo financiero, no hay evaluación de programas, los científicos deben participar más, intereses económicos y políticos, la ciencia es un obstáculo.
	¿Considera que es importante la participación de los ciudadanos en la formulación de propuestas para reducir la contaminación?	No toman en cuenta mi participación, la invitación se hace a destiempo, es pérdida de tiempo, participo constantemente, consejos consultivos, no hay resultados concretos, decisiones políticas, sólo a través de caras o sindicatos.
	Describe algún tipo de estrategia o acción propuesta por el gobierno para reducir la contaminación del aire, que usted lleve a la práctica	Reforestación, bitácoras de generación de residuos, colectores de polvo, aspersores, humectación de las superficies, son difíciles de implementar, la tecnología es cara, paro de labores,

Prueba piloto 2

En esta prueba participaron dos personas, una maestra de posgrado de la maestría en ciencias con especialidad en ingeniería ambiental de la Facultad de Ingeniería civil de la UANL y un ex funcionario público del gobierno municipal que estuvo trabajando en el área de Desarrollo Urbano y Ecología por más de 12 años.

Las entrevistas se realizaron en las oficinas de los entrevistados el día 1 de noviembre de 2016.

En la prueba piloto 1 nos dimos cuenta que la persona entrevistada solamente hacía relación a la actividad del gobierno actual, por lo que en este caso, antes de las entrevistas se les dijo a los entrevistados que en sus respuestas considerarán la actividad de gobiernos anteriores.

Todas las preguntas se comprendieron muy bien por parte de los dos entrevistados y no hubo necesidad de reformular ninguna pregunta.

Instrumento definitivo

VARIABLES	PREGUNTAS	PALABRAS ASOCIADAS
Conocimiento	¿Cómo explica el surgimiento del problema de contaminación atmosférica en el AMM?	Desarrollo urbano, industrialización, incremento de automóviles.
	¿Qué tan grave considera el problema de contaminación atmosférica en el AMM comparándola con el resto del país?	Problema serio, no es tan grave, es importante, problema real.
	¿Cómo considera que es el problema de contaminación del aire en relación con otros problemas ambientales?	Es el más importante, deforestación, recursos naturales, agua, suelo, erosión, biodiversidad, generación de residuos.
Valoración	¿Qué opina del gobierno en cuanto a la capacidad y voluntad para resolver el problema de contaminación atmosférica?	Tiene capacidad, no tiene voluntad, hay voluntad política, está más comprometido, actuación más efectiva, no hay capacidad técnica, hay más información, corrupción, largo plazo, cambios en los puestos clave, carece de experiencia.
	Deme su opinión en cuanto a los obstáculos que pudiera tener el gobierno para resolver el problema de contaminación atmosférica.	No hay recursos económicos, resistencia sectorial, no hay obstáculos, protección a las grandes corporaciones.
	¿Qué beneficios cree que han aportado las acciones del gobierno para resolver el problema?	Mejoras en el transporte público, cierre de empresas contaminantes, mejoras en el transporte público, difusión de la calidad del aire.
	¿Qué opinión tiene respecto a la promoción de acciones por parte del gobierno para reducir la contaminación del aire?	Promoción de estudios de evaluación, difícil acceso a las páginas de internet, campañas para el uso de la bicicleta, compartir automóvil, no usa todos los medios de comunicación.
Solución	¿Qué piensa de la relación del gobierno con el sector educativo para el diseño de acciones para reducir la contaminación?	Trabajo en conjunto, falta de apoyo para la investigación, sólo quieren nuestra aprobación, no hay evaluación de programas.
	¿Considera que es importante la participación de los ciudadanos en la formulación de propuestas para reducir la contaminación?	No toman en cuenta mi participación, la invitación se hace a destiempo, es pérdida de tiempo, participo constantemente, no hay retroalimentación, participo sólo a través de instituciones o sindicatos.
	Describa algún tipo de estrategia o acción propuesta por el gobierno para reducir la contaminación del aire, que usted lleve a la práctica	Uso de inventarios, uso de técnicas para el control de polvos, son difíciles de implementar, la tecnología es cara, paro de labores, uso de la bicicleta, usar menos el automóvil.